



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DEL TRAMO DEL RÍO SAJA: HOZ DE SANTA LUCÍA- VIRGEN DE LA PEÑA

Trabajo realizado por:

Alejandro Blázquez Barco

Dirigido:

Javier Sánchez Espeso

Agustín Ascorbe Salcedo

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

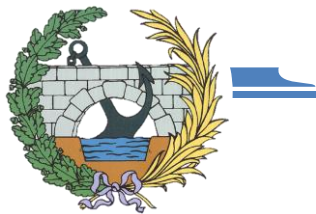
Santander, junio de 2021

TRABAJO FIN DE GRADO



ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	4
2.1. Características generales de la cuenca.....	5
2.1.1. Hidrología	6
2.1.2. Geología y Litología	7
2.1.3. Geomorfología	9
2.1.4. Edafología.....	9
2.1.5. Climatología.....	10
2.1.6. Figuras de Protección	12
2.2. Características zona de estudio.....	13
2.3. Descripción del tramo de estudio	15
2.3.1. Tramo arroyo de San Ciprián, Carrejo – Ontoria.....	15
2.3.2. Tramo río Saja, Hoz de Santa Lucía – Ontoria	18
2.3.3. Tramo río Saja, Ontoria – Virgen de la Peña	20
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO HIDRÁULICO	23
4. CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE	24
5. DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO	25
5.1. Determinación de la lámina de agua.....	26
5.2. Análisis del efecto de los puentes	28
5.2.1. Modelado del puente con flujo alto.....	28
5.2.2. Modelado del puente con flujo bajo	29
5.2.3. Definición de secciones transversales.....	30
5.2.4. Áreas de flujo inefectivo.....	32
6. DATOS BÁSICOS.....	34
6.1. Caracterización geométrica.....	34
6.2. Caracterización hidráulica	37
6.3. Caudales y condiciones de contorno.....	39
7. SITUACIONES CONSIDERADAS	42
7.1. Hipótesis de caudales #1.....	42
7.2. Hipótesis de caudales #2.....	43
8. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
9. CONCLUSIONES	49

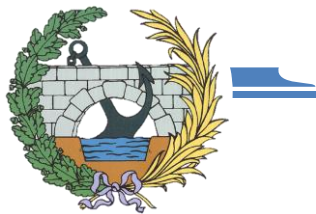


Trabajo Fin de Grado
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”**



ÍNDICE DE ANEJOS

ANEJO I. NOTICIAS.....	54
ANEJO II. FOTOGRAFÍAS	68
ANEJO III. CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA	82
ANEJO IV. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE LA CUENCA ANALIZADA	103
ANEJO V. RESULTADOS.....	107
ANEJO VI. PLANOS.....	0188



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

RESUMEN

ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DEL TRAMO DEL RÍO SAJA: HOZ DE SANTA LUCÍA – VIRGEN DE LA PEÑA

Autor: Alejandro Blázquez Barco

Directores: Agustin Ascorbe Salcedo y Javier Sánchez Espeso

Titulación: Grado en Ingeniería Civil. Mención en Hidrología

Palabras clave: *Saja – Área de inundación – Periodo de retorno – Cuenca de vertido
LiDAR – Vuelo fotogramétrico – Caudal de avenida – Nube de puntos*

El presente trabajo de fin de grado en la mención de hidrología consiste en la realización de un estudio de inundabilidad del río Saja en la zona de Cabezón de la Sal, zona con múltiples antecedentes de avenidas en los últimos años.

La zona de estudio corresponde con un tramo de unos 7.2 km del río Saja entre la hoz de Santa Lucía y la población de Virgen de la Peña. También se ha estudiado un tramo de unos 5 km del arroyo de San Ciprián a su paso por Cabezón de la Sal. Los tipos de suelo predominantes en la zona son prados y pastizales, mientras que en los márgenes del cauce abundan los matorrales y arbolado forestal.

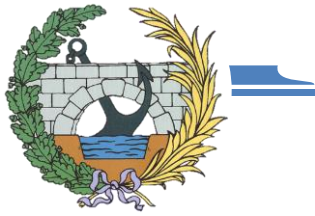
La definición de la topografía del cauce se ha realizado mediante 59 perfiles transversales repartidos a lo largo de los diferentes tramos de estudio, entre los cuales, 7 son construcciones que suponen una obstrucción al flujo. El objetivo de este estudio es la obtención de las cotas que va a alcanzar el agua en cada uno de los perfiles.

Para la obtención de estos perfiles ha sido necesario un exhaustivo trabajo de caracterización topográfica debido a que las bases cartográficas existentes no tenían el suficiente detalle. Se han tomado datos a medida con un vuelo fotogramétrico desde un dron y con trabajos de campo, a partir de los cuales se han elaborado diferentes procesos de edición para conseguir un modelo digital del terreno detallado.

El programa utilizado para la modelización hidráulica del río Saja en este estudio es el HEC-RAS, en su versión 5.0.7. Este programa cuenta con un modelo matemático basado en el empleo de la ecuación de la energía, valorando las pérdidas de carga según la ecuación de Manning. De esta forma se pretenden establecer las zonas inundables para distintos periodos de retorno y diferentes hipótesis de caudales.

Para la aplicación del programa se parte de:

- Caracterización geométrica: basada en los 59 perfiles, entre los que se incluyen 7 construcciones, de los cuales 5 son puentes y 2 alcantarillas o tramos soterrados. También es necesario definir otras obstrucciones como muros o áreas de flujo inefectivo.

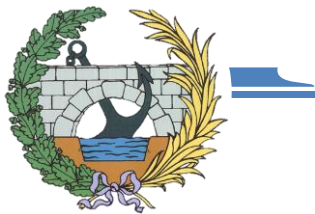


“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

- **Caracterización hidráulica:** se necesita establecer los coeficientes de rugosidad de Manning a lo largo de cada perfil, así como los coeficientes de pérdida de carga localizada correspondientes.
- **Caudales y condiciones de contorno:** para realizar el análisis se necesita el valor de los caudales para los distintos periodos de retorno considerados de 10, 100 y 500 años. Ante la falta de aforos de caudales de la zona, para obtener los caudales de avenida que se necesitan se utiliza la metodología que propone la *Confederación Hidrográfica del Norte, en el Plan Hidrológico Norte II*, que consiste en la aplicación de un gráfico del que se obtiene el caudal en función de las diferentes superficies de las cuencas. Debido a esta metodología se obtiene un caudal para cada tramo, pero no cumplen la ecuación de continuidad, por eso se plantean dos hipótesis de caudales donde el caudal obtenido para la cuenca completa siempre es verídico y se establecen los caudales aguas arriba de la confluencia según la ecuación de continuidad.
Como condición de contorno, supuesto un régimen lento, se establece la pendiente en el extremo aguas abajo del estudio, admitiendo la hipótesis de régimen uniforme.

Tras la simulación del estudio con HEC-RAS, se han obtenido los valores de la lámina de agua buscados entre otros parámetros en forma de tabla. Además, se han obtenido los perfiles transversales con la representación gráfica de los resultados y las manchas de inundación correspondientes a cada periodo de retorno, estas se han dibujado sobre la topografía de la zona para poder ver los posibles daños sobre infraestructuras cercanas.

Referido a la situación actual, la avenida más desfavorable y que se ha estudiado en más profundidad es la correspondiente a la hipótesis #2 y periodo de retorno de 500 años. Se observa que la zona donde se producirán los mayores daños es en el arroyo de San Ciprián, concretamente en su paso por las poblaciones de Carrejo y Cabezón de la Sal. En esta zona la avenida alcanzará la mayoría de las edificaciones de la zona, incluyendo edificios de interés, la estación y vías del ferrocarril, y la principal fábrica de la zona, lo que será importante tener en cuenta.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

ABSTRACT

FLOOD RISK SURVEY ON THE SAJA RIVER: HOZ DE SANTA LUCÍA – VIRGEN DE LA PEÑA

Author: Alejandro Blázquez Barco

Directors: Agustín Ascorbe Salcedo y Javier Sánchez Espeso

Degree: Civil Engineering. Hidrology

Key words: *Saja – Flooding area – Return period – Watershed – LiDAR – Flood Flow
Photogrammetric flight– Point cloud*

The current hydrology degree final project consists of a flood study of the Saja river near to Cabezón de la Sal, an area with history of flooding in recent years.

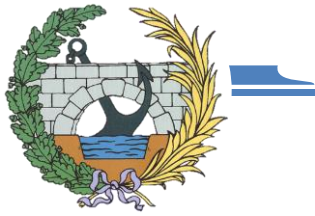
The study area corresponds to a section of about 7.2 km of the river Saja between the canyon of Santa Lucía and the village of Virgen de la Peña. It has been also analysed a section of about 5 km of San Ciprián stream crossing Cabezón de la Sal. The main land-use next to the river course are grassland and meadow, while in the river banks are abundant the bushes and forest trees.

The definition of the topography of the channel has been made by 59 cross profiles throughout the sections of study, among which, 7 are constructions that suppose an obstruction to the flow direction. The objective of this study is to obtain the water levels in each of the profiles.

The program used for the hydraulic modelling of the Saja river, is HEC-RAS, on the 5.0.7. version. This program has a mathematical model based on the use of the energy equation, assessing the energy losses by the Manning equation. The purpose is to establish the floodplain for different return periods and flow hypothesis.

To apply the program, we need the following information:

- **Geometric characterization:** based on the 59 cross sections, including 7 constructions, of which 5 are bridges and 2 are culverts or underground streams. Is also needed to define another obstruction as embankments or ineffective flow areas.
- **Hydraulic characterization:** Manning roughness coefficients need to be established along each profile, as well as the localized energy loss coefficients.
- **Flows and boundary conditions:** to perform the analysis are required the flow values of the return periods considered, of 10, 100 and 500 years. To obtain these values it is been used the “Confederación Hidrográfica del Norte” methodology, it consists in the use of a graphic to calculate the flow using the



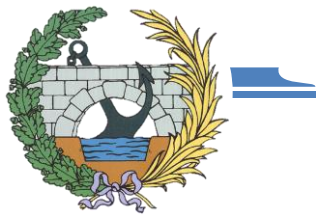
“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

watershed area. Due to this methodology, the flow values for each stream obtained do not have continuity, to solve this, two flow hypotheses are considered where the full basin flow is always true, and the upstream flows are obtained following the continuity equation.

Also is needed a boundary condition in the downstream end, supposed a subcritical flow and admitting the stream is in regime, it will be the longitudinal slope in this section.

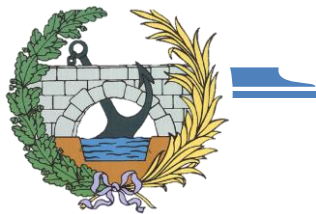
After the simulation with HEC-RAS, the software exports the results in form of tables, which include the water level surface, velocity and other parameters. Besides, the cross profiles have been obtained representing on a graphic way the results and the floodplain representation for the different return periods. These floodplains have been drawn on the topography of the area.

Regarding the current situation, the worst floodplain case and the most analysed is for the 500-year return period for the hypothesis #2. The region where the greatest damage will occur is in the San Ciprián stream at its passage through Carrejo and Cabezón de la Sal. The flood will reach most of the buildings in this area, including historic buildings, train station and railways, and the main factory in the zone



Trabajo Fin de Grado
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”**





“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

1. ANTECEDENTES

El presente estudio corresponde al Trabajo de Fin de grado de Alejandro Blázquez Barco, como finalización del grado en Ingeniería Civil en la mención de Hidrología. El trabajo ha sido codirigido por los tutores Javier Sánchez Espeso en la parte topográfica y por Agustín Ascorbe Salcedo en la parte hidráulica.

El objetivo del presente estudio es la delimitación de las zonas inundables en el bajo Saja para diferentes periodos de retorno.

En particular, se trata de analizar el comportamiento hidráulico del arroyo de San Ciprián, en su paso por la localidad de Cabezón de la Sal, y del río Saja en el tramo comprendido entre la Hoz de Santa Lucía y el paso de la autovía A-8 al norte de Virgen de la Peña, teniendo en cuenta las posibles situaciones que se pueden dar ante una serie de avenidas consideradas.

Las razones que motivan la realización de este estudio son esencialmente:

Por un lado, evaluar el riesgo de inundación al que están sometidas las edificaciones construidas en las márgenes de ambos cauces, principalmente en el núcleo de población de Cabezón de la Sal.

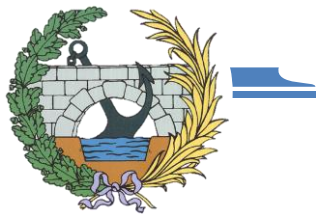
Por otro lado, dotar a las autoridades competentes de información precisa y rigurosa que ayude a reducir los efectos de futuras inundaciones, ante los múltiples antecedentes de desbordamientos en los últimos años, los cuales son mostrados con más detalle en el anejo Noticias.



Figura 1.1 Noticia Europa Press de enero 2019



Figura 1.2 Noticia El Diario Montañés de enero 2013



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La zona de estudio se encuentra en la comunidad uniprovincial de Cantabria (España), concretamente en su región occidental, dentro de la cuenca hidrográfica del río Saja-Besaya, la cual está descrita en profundidad en el siguiente apartado.

Sus límites oriental y occidental están definidos por las divisorias con las cuencas vertientes de los ríos Pas y Nansa, respectivamente. Por el Sur, la cuenca del río Saja-Besaya está delimitada por la divisoria con la cuenca del río Ebro. Al Norte, limita con la divisoria de pequeñas cuencas que vierten sus aguas directamente al Mar Cantábrico y con la Ría de Suances.

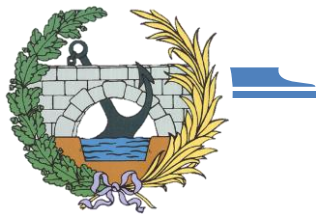


Figura 2.1 Ubicación de la cuenca del Saja-Besaya

Fuente: Confederación hidrográfica del Cantábrico (CHCantábrico)

Dicha cuenca la podemos encontrar con la denominación de Saja-Besaya o simplemente Saja, esto es debido a que, en comparación con las cuencas hidrográficas de los principales ríos de Cantabria, se trata de una cuenca atípica, ya que su red de drenaje se halla constituida por dos ríos de importante longitud y gran relevancia: el río Saja y el río Besaya. La extensión superficial de la cuenca vertiente correspondiente a cada uno de ellos es muy parecida, lo cual ha llevado en ocasiones a una cierta confusión a la hora de denominar el tramo de río situado aguas abajo de la confluencia de estos.

Siendo considerada como dominante el cauce del Saja, y al ejecutarse el estudio en su totalidad en este, se denominará cuenca del río Saja a la totalidad de la cuenca



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

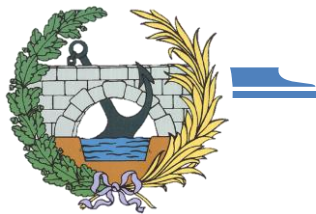
hidrográfica del Saja-Besaya, y solamente se harán distinciones en la descripción de las características de la cuenca hidrográfica.

2.1. Características generales de la cuenca

El Sistema de Explotación del Saja ocupa una superficie de 1047.669 kilómetros cuadrados, encerrados dentro de un perímetro de 184 kilómetros, siendo el octavo en tamaño entre los 20 sistemas de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y se corresponde con el valor de superficie de aportación más elevado en Cantabria. Su superficie se encuentra íntegra en la Comunidad Autónoma de Cantabria, compartida por 31 municipios.



Figura 2.2 Mapa político de la cuenca del Saja-Besaya
Fuente: Directiva Marco del Agua Cantabria (DMA Cantabria)



2.1.1. Hidrología

La red hídrica principal de la cuenca del río Saja está constituida por el río Saja y el río Argonza, los cuales confluyen después de haber transcurrido unos 5 km desde su nacimiento. Los principales afluentes que encuentra el río Saja tras esta unión son el arroyo de Viaña por la derecha a la altura de Renedo de Cabuérniga, el arroyo de Montea por la izquierda y el río Bayones por la derecha a la altura de Ruento y el arroyo de Ceceja tras su paso por Casar de Periedo. En total el río Saja tiene un recorrido de unos 55 kilómetros desde su nacimiento hasta su confluencia con el río Besaya.

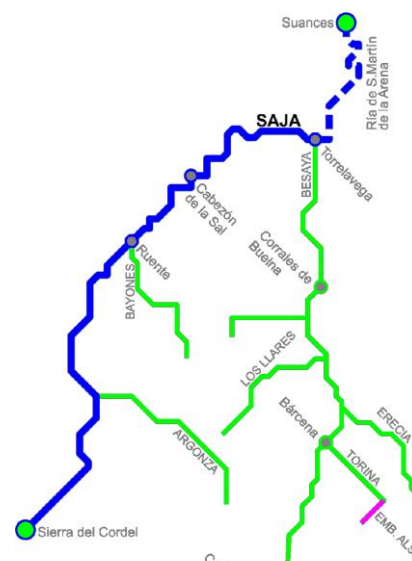
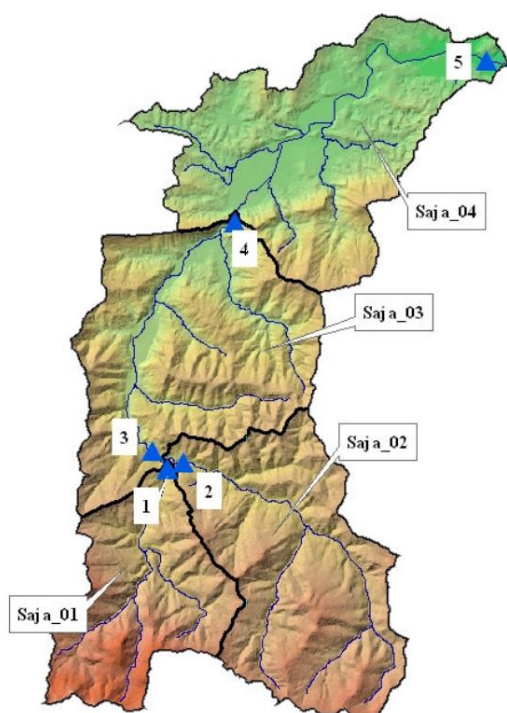


Figura 2.3 Esquema cauces Saja-Besaya

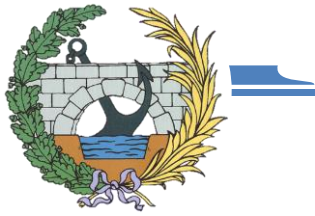
Fuente: CHCantábrico



En la Figura 2.4 (imagen y tabla) se presenta un resumen de las principales características hidrológicas de la cuenca del Saja, con indicación de las aportaciones en diversos puntos de los cauces principales. Esta información se ha extraído del documento “Estudio de los recursos hídricos de los ríos de la vertiente norte de Cantabria” (GESHA, 2005a).

Localización	UTM-X	UTM-Y	Área de aportación (km ²)	Lluvia anual (mm)	Caudal medio (m ³ /s)	Aportación anual (Hm ³)	Aportación anual (mm)	Coefficiente de escorrentía
Punto-01	396115,4	4780184,7	78,33	1474	2.396	75,56	964,6	0,65
Punto-02	396100	4780200	124,83	1350	3.277	103,34	827,9	0,61
Punto-03	396035,3	4780200	203,16	1398	5.674	178,94	880,8	0,63
Punto-04	399890,1	4793290,1	340,54	1343	8.748	275,88	810,1	0,6
Punto-05	414274,7	4801125,2	483,21	1325	12.024	379,19	784,7	0,59

Figura 2.4 Características hidrológicas de la cuenca



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

El Río Saja es un curso fluvial que, desde su nacimiento en la vertiente norte de la Sierra del Cordel, hasta su desembocadura en el Mar Cantábrico, en la Ría de San Martín de La Arena, entre Suances y Miengo, recorre 67 Kilómetros.

El río nace en las fuentes Corva y del Diablo en la ladera del Cordel a más de 1600 metros de altitud. Se trata de una zona de pastos de alta montaña con fuertes pendientes, y entra posteriormente en los bosques a través de La Canal del Hitón.

En total la red hídrica del Sistema del Saja cuenta con un total de 666 ríos y recorre 1203.6 kilómetros según datos de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

2.1.2. Geología y Litología

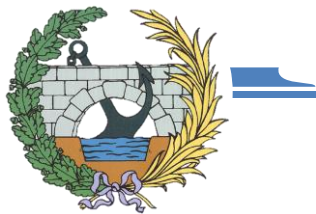
El relieve de la cuenca del Saja es bastante accidentado, marcado por el fuerte desnivel producido por las estribaciones procedentes de la Sierra del Cordel (Cueto Hiján: 2085 m) y la Sierra del puerto de Palombera, situadas al sur de la cuenca.

En la imagen de la [Figura 2.4](#) basada en la cartografía a escala 1:25.000 de todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Cantabria, se representa su topografía. En esta imagen se puede observar, la existencia de las cadenas montañosas mencionadas, las cuales se extienden de este a oeste, y la progresiva disminución de altitud según descendemos en la cuenca.

No es hasta que el río Saja pasa por la localidad de Fresneda que comienza a abrirse el valle y empieza a desarrollarse una llanura de inundación con una relativa importancia en extensión.

La litología más abundante son los conglomerados, areniscas, arenas y margas mesozoicas, sobre todo por debajo del cabalgamiento que parte de este a oeste dos tercios del terreno. Por encima aparecen litologías como margas, arcillas, calizas, dolomía y yesos, además de repetirse las litologías de la parte meridional, y una variedad grande de litologías paleozoicas y cenozoicas.

Asimismo, cabe destacar la importancia de los depósitos aluviales en los tramos medios y bajos de la cuenca.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

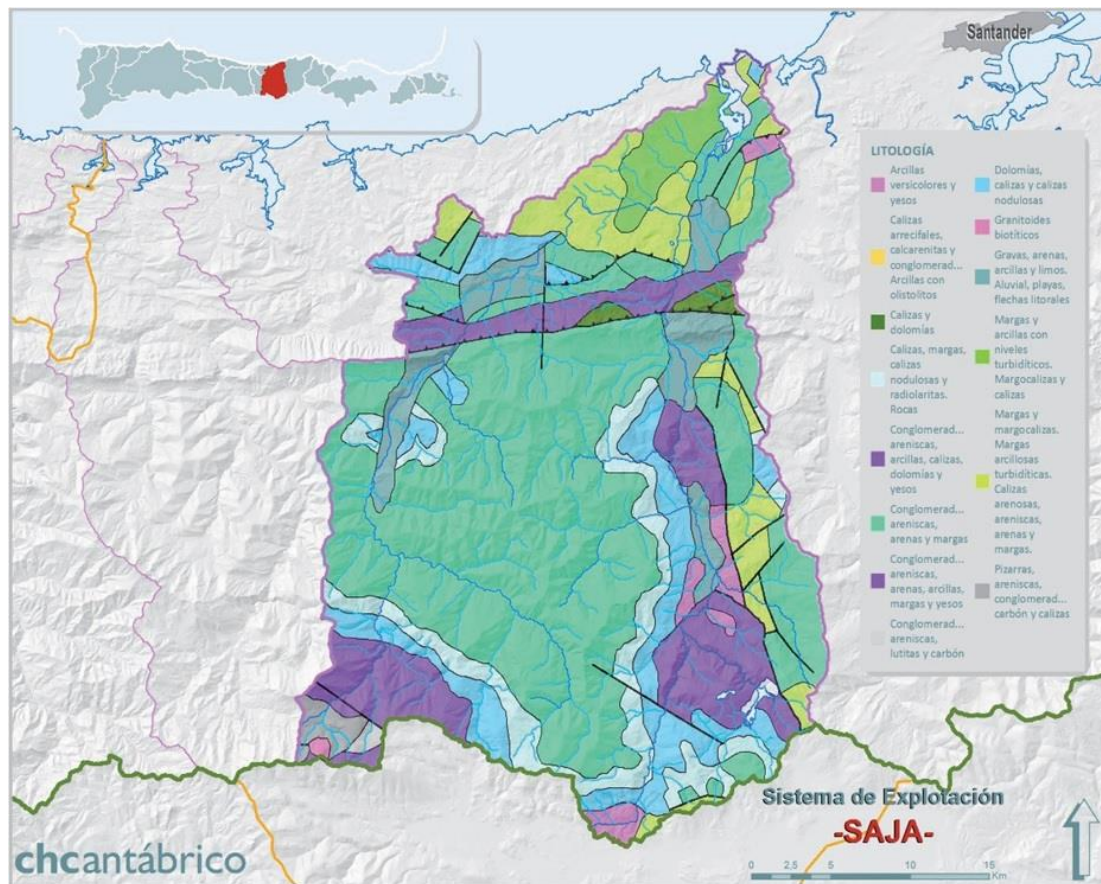


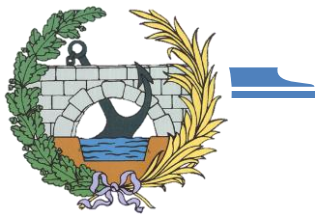
Figura 2.5 Características litológicas de la cuenca del Saja-Besaya

Fuente: CHCantábrico

Litología	Era	Superficie (km2)
Arcillas versicolores y yesos	Mesozoico	21
Calizas arrecifales, calcarenitas y conglomerados.	Cenozoico	0.3
Arcillas con olistolitos.		
Calizas, margas, calizas nodulosas y radiolaritas. Rocas volcánicas.	Mesozoico	82.5
Conglomerados, areniscas, arcillas, calizas, dolomías y yesos.	Paleozoico-Mesozoico	139.7
Conglomerados, areniscas, arenas y margas.	Mesozoico	490.3
Conglomerados, areniscas, arenas, arcillas, margas y yesos.	Cenozoico	0.9
Conglomerados, areniscas, lutitas y carbón	Paleozoico	2.6
Dolomías, calizas y calizas nodulosas	Mesozoico	104.0
Calizas y dolomías	Paleozoico	8.5
Granitoides biotíticos	Paleozoico	1.4
Margas y arcillas con niveles turbidíticos.	Cenozoico	65.1
Margocalizas y calizas margosas (Capas rojas)	Mesozoico	27.0
Margas y margocalizas. Margas arcillosas turbidíticas. Calizas arenosas, areniscas, arenas y margas	Mesozoico	87.1
Pizarras, areniscas, conglomerados, carbón y calizas	Paleozoico	10.3

Figura 2.6 Distribución litológica de la superficie

Fuente: CHCantábrico



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

2.1.3. Geomorfología

Aunque la altitud máxima es muy elevada (2085 metros), la mitad del territorio se encuentra por debajo de los 400 metros, a pesar de tener una zona sur, donde se encuentran las mayores altitudes, muy amplia. Abundan los terrenos hasta los 1.000 metros, y muy pocos superan los 1.400 metros.

Con un máximo de 2085 metros medida en la cima del Cueto Iján, la altura media del territorio se encuentra en 561 metros.

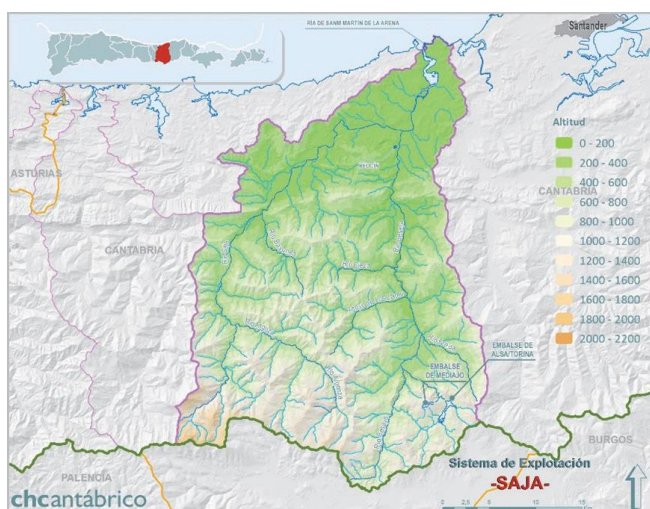


Figura 2.7 Mapa de altitudes
Fuente: CHCantábrico

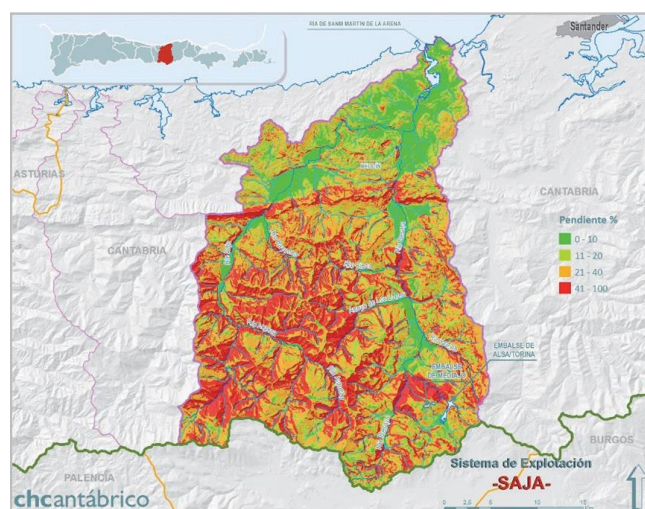


Figura 2.8 Mapa de pendientes
Fuente: CHCantábrico

Las pendientes son altas, con el 70% del terreno por encima del 20% de desnivel, aunque en la zona costera hay un área amplia de baja inclinación. La pendiente media de la cuenca es de un 31% aproximadamente.

2.1.4. Edafología

En la [Figura 2.9](#) se puede apreciar los diferentes usos del suelo y su reparto, la mayor parte de la superficie de este territorio está ocupada por un 30% de bosques de frondosas y otro 30% de matorral, quedando los bosques en los fondos de los valles y los matorrales en las partes más altas de las laderas. En la zona más septentrional, cerca de la costa, son más abundantes los mosaicos de cultivos, los cuales se extienden a ambos márgenes del río, y en las partes más altas de los valles, en las vegas de los ríos, encontramos mayor abundancia de prados de diente.

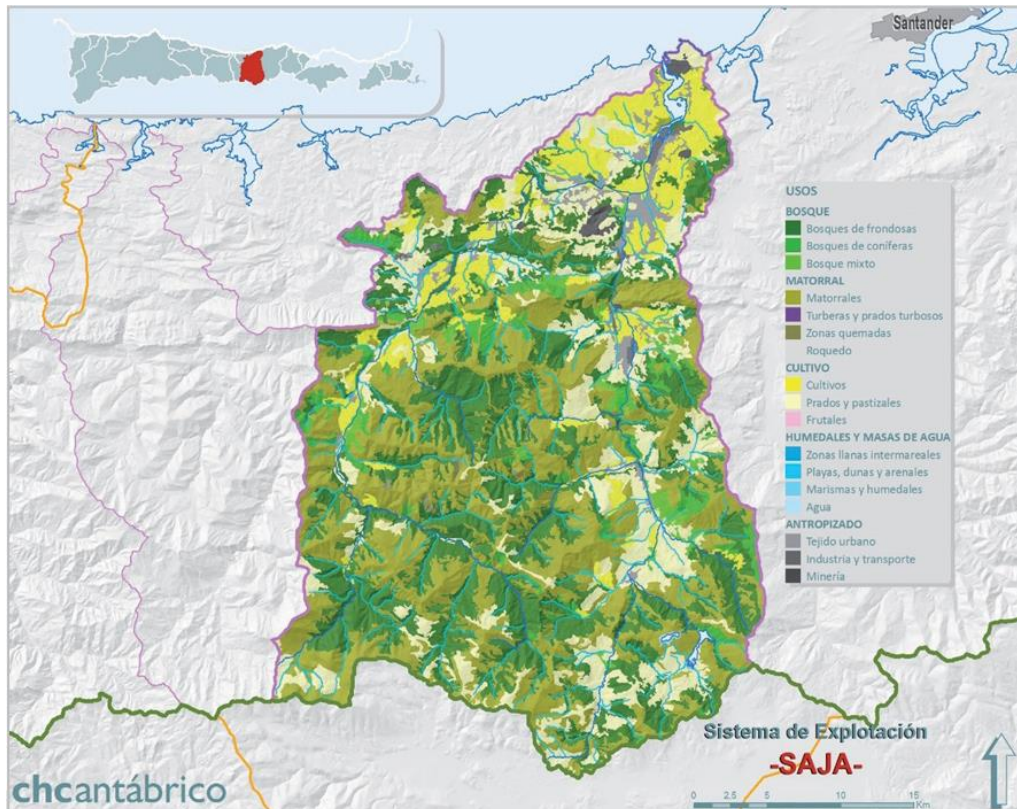
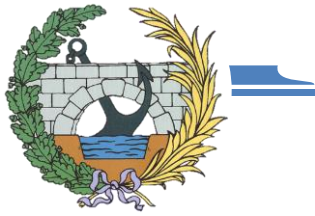


Figura 2.9 Usos de suelo en la cuenca del Saja-Besaya
Fuente: CHCantábrico & CORINE Land Cover

2.1.5. Climatología

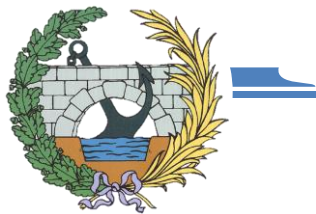
La orografía y la proximidad del océano Atlántico confieren a la cuenca del Saja rasgos de dos tipos climáticos:

La *zona costera* presenta un **clima oceánico o atlántico** con un gradiente pequeño de temperaturas anuales.

En verano, la temperatura media es de 19 grados, y las temperaturas máximas y mínimas medias son de 22°C y 16°C, respectivamente.

En invierno, la temperatura media es de 11°C y los valores máximos y mínimos medios son de 14°C y 8°C, respectivamente.

La *zona de mayor altitud* de la cuenca se caracteriza por un **clima continental de montaña**, de condiciones extremas y variaciones bruscas de la temperatura. Por encima de los 1200 m la temperatura media invernal tiene valores negativos, por lo que el gradiente de temperatura resulta mayor del que se presenta en la zona costera.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

A modo de resumen de las características termométricas de la cuenca del Saja, en la [Figura 2.10](#) se muestra el mapa de isotermas medias anuales. El mapa pone de manifiesto la existencia de un gradiente térmico medio superior a los 7°C, disminuyendo desde la zona costera hacia el interior de la cuenca.

Las diferencias en las condiciones climáticas influyen notablemente en la distribución espacial de la precipitación sobre la cuenca ([Figura 2.12](#)).

No hay datos climatológicos consolidados, es decir, con una serie amplia de datos a lo largo de los años para definir el clima, aunque podemos tomar como referencias las estaciones completas más cercanas. De sus climogramas podemos interpolar que el clima interior será semejante al del Aeropuerto de Santander, el más próximo al sistema de explotación. En él podemos ver como las precipitaciones son muy abundantes, destacando los meses de enero, abril, octubre y noviembre, superando la cantidad anual de 1200 mm, con un mínimo estival en julio, aunque no existe ningún periodo de aridez.

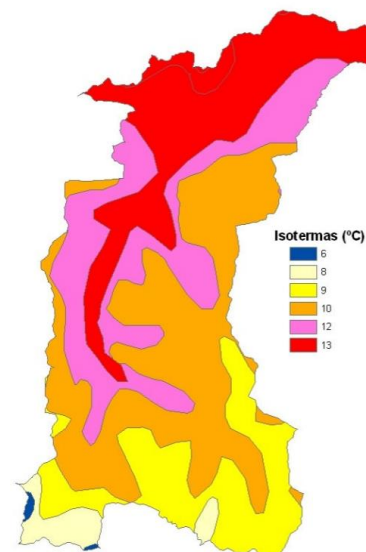


Figura 2.10 Mapa de isotermas
Fuente: DMA Cantabria

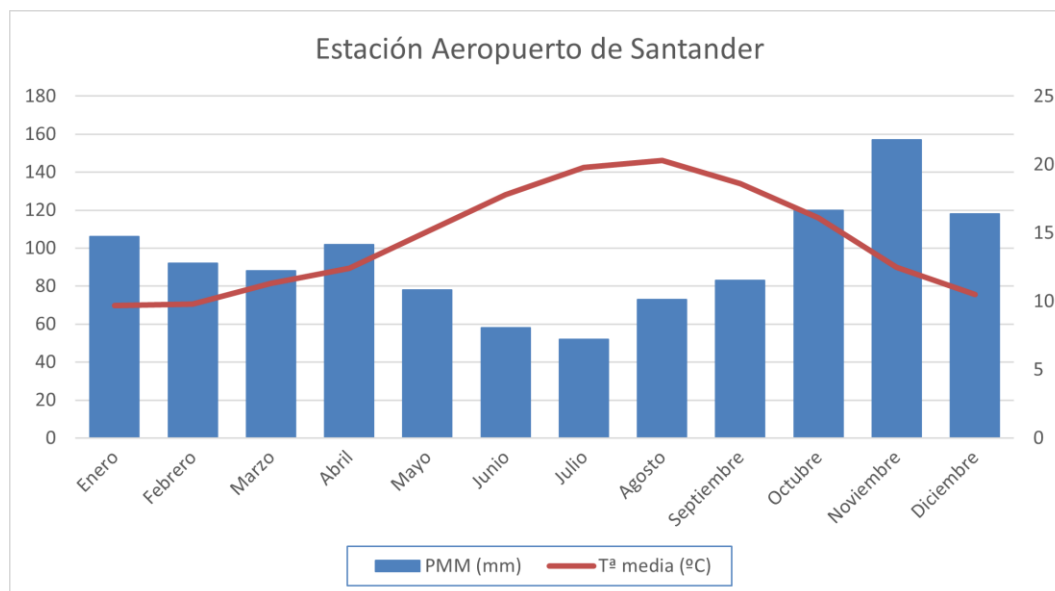
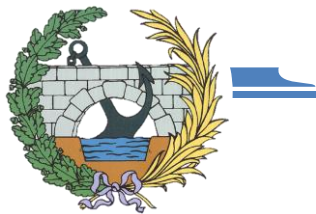


Figura 2.11 Datos de precipitaciones medias mensuales (mm) y temperaturas medias (°C) de la estación climatológica del Aeropuerto de Santander
Fuente: AEMET



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Las zonas de la cuenca con mayor precipitación son la parte media y baja de la cuenca, registrándose un máximo de precipitación en la zona oriental correspondiente con la Sierra del Escudo de Cabuérniga, en donde se superan los 1500 mm de lluvia anual. Por el contrario, las precipitaciones más bajas se registran en la zona sur, con valores de precipitación que no superan los 1250 mm anuales. Así pues, existe un débil gradiente de precipitación disminuyendo desde la zona baja-media hacia la parte más al sur de la cuenca.

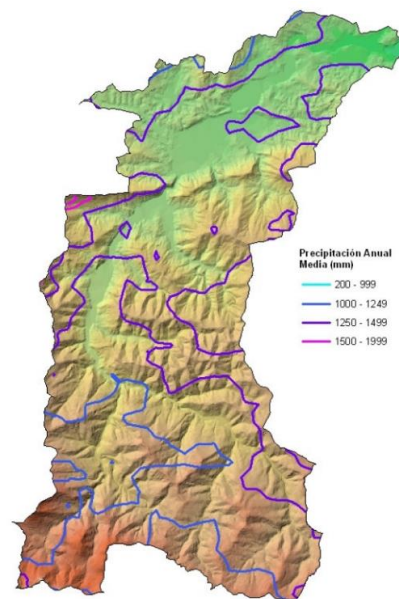


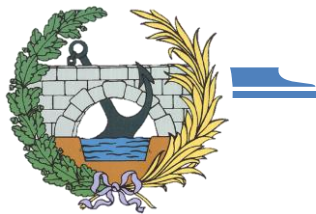
Figura 2.12 Mapa de isoyetas
Fuente: DMA Cantabria

2.1.6. Figuras de Protección

La cuarta parte de este sistema se encuentra bajo alguna figura de protección, en su mayor parte Lugares de Interés Comunitario, en el cauce del Río Nansa, sus Valles Altos y la Cueva de Rogeria. En parte estas áreas son Zona de Especial Protección de Aves. Destaca además el Parque Natural del Saja-Besaya, así como el Monumento Natural de las Secuoyas del Monte Cabezón.



Figura 2.13 Figuras de Protección Cuenca Saja-Besaya
Fuente: CHCantábrico



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

2.2. Características zona de estudio

El tramo concreto donde se realiza este estudio de inundación comienza aguas arriba del Puente Santa Lucía y termina tras pasar el cauce por el Puente de Virgen de la Peña, atravesando los municipios de Cabezón de la Sal y Mazcuerras, en la Comarca de Saja-Nansa, a unos 40 kilómetros de Santander, capital autonómica.

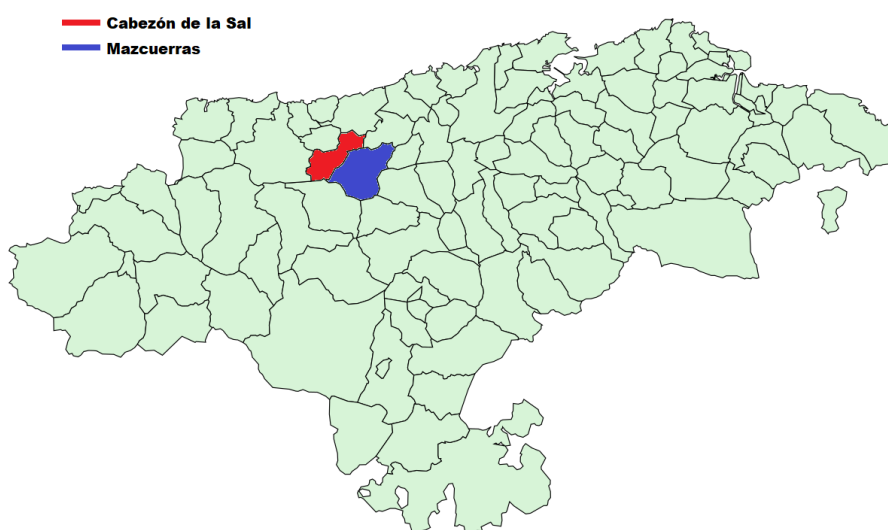


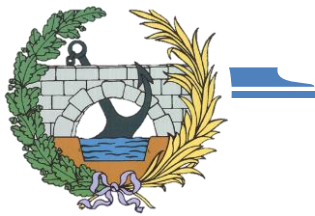
Figura 2.14 Mapa político de Cantabria

Los asentamientos en la zona se remontan al Paleolítico Superior, se han localizado diversos yacimientos que evidencian la presencia humana en dicho periodo. Son de destacar los yacimientos de Ibio en Mazcuerras o Cabrojo en Cabezón de la Sal. Parece ser, según varios historiadores, que la tribu que habitaba el antiguo valle de Cabezón y los alrededores fueran los salaenos, nombre que deriva del topónimo “salia” (posiblemente, el río Saja).

Actualmente hay varias poblaciones de ambos municipios dentro de la zona de estudio, localidades y habitantes que cada año sufren en menor o mayor medida la ferocidad del río Saja.

Pertenecientes al municipio de Mazcuerras se encuentran Cos (243 habitantes), Mazcuerras, o Luzmela, capital del municipio (305 habitantes) y Villanueva de la Peña, núcleo más poblado (780 habitantes), con un total de 2093 habitantes en el municipio, la mayoría forman parte del territorio a estudiar.

En Cabezón de la Sal (municipio, 8358 habitantes) se encuentra la mayoría de la población afectada, Santibáñez (190 habitantes), Carrejo (350 habitantes), Vernejo (756



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

habitantes), Ontoria (546 habitantes), Virgen de la Peña (68 habitantes) y Cabezón de la Sal, Villa y capital del municipio (5172 habitantes), según datos de población del Instituto Nacional de Estadística a 1 de enero de 2020.

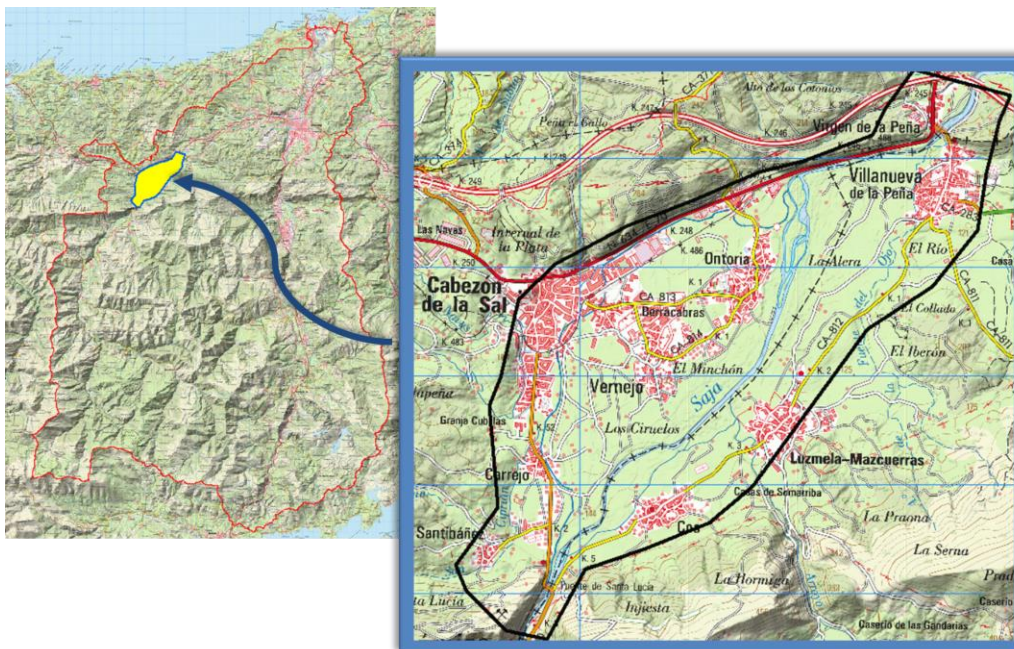
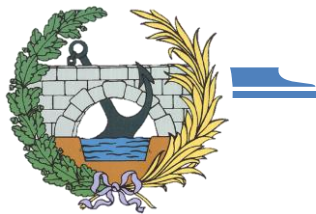


Figura 2.15 Delimitación zona de estudio
Fuente: MTN50 Centro Nacional de Información Geográfica

La actividad económica se basa principalmente en el sector secundario (industria y construcción) y en el sector terciario (servicios), a lo largo del cauce del río se encuentran las principales empresas industriales, encuadradas dentro de la industria manufacturera, dónde destacaríamos: la fabricación textil (Textil Santanderina, S.A.), fabricación de productos cerámicos para la construcción (Cerámica de Cabezón, S.A. y Cerámica Virgen de la Peña, S.L.) y fabricación de muebles dónde nos encontramos con un gran número de empresas individuales artesanales con gran tradición familiar y reconocida fama.

El núcleo de población más relevante por historia, demografía y actividad económica es Cabezón de la Sal, se encuentra asentado sobre un diapiro salino antaño explotado mediante la inyección de grandes cantidades de agua que extraían el mineral del subsuelo y que posteriormente se recogía calentándose al fuego para su evaporación y decantación de la sal. La presencia y explotación de este yacimiento evaporítico, uno de los más importantes de España, ha hecho que haya áreas del municipio con peligro de subsidencia.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

2.3. Descripción del tramo de estudio

Se realiza a continuación una descripción de los aspectos que se han considerado significativos en las visitas a la zona de estudio. Se incluyen en este apartado algunas fotografías para una mejor comprensión del contenido, pudiéndose consultar la totalidad de estas en el [anejo II](#). Por otro lado, la ubicación de los perfiles elegidos se encuentra en los planos 03 y 04-A a 04-M, que se adjuntan en el anejo VI.

La zona de estudio, anteriormente descrita, consta de dos cauces que forman tres tramos, el cauce principal es el río Saja, desde la Hoz de Santa Lucía hasta aguas abajo de Virgen de la Peña, y el cauce secundario es el arroyo de San Ciprián, desde su paso por Carrejo hasta que vierte sus aguas en el Saja a la altura de la zona industrial en el Barrio Ontoria, en la [Figura 2.15](#) se distinguen claramente tanto los cauces como los tramos.

Entre todos los tramos se propone un total de 59 perfiles transversales, de los cuales 7 son construcciones en el cauce (puentes o alcantarillas), los cuales estarán también numerados dentro del contador de perfiles para una ubicación más sencilla.

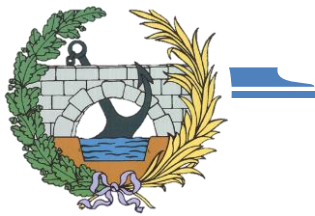
El contador de perfiles crece de aguas arriba a aguas abajo, en el mismo orden que los siguientes apartados.

2.3.1. Tramo arroyo de San Ciprián, Carrejo – Ontoria

Este tramo tiene una longitud total de 5101.33 metros y cuenta con 26 perfiles transversales, es el tramo más complejo tanto por atravesar los principales núcleos urbanos, entre los que destaca Cabezón de la Sal, como por tener el mayor número de construcciones, con 3 puentes y 2 alcantarillas.

El tramo comienza con el cauce entrando en la población de Carrejo con una pendiente en tanto por uno de 0.008 entre los perfiles 1 y 5, en la margen derecha predominan los prados y pastizales en un terreno mayormente llano, mientras que en la margen izquierda nacen las faldas del Alto de la Cerra con una pendiente que ronda el 20%. A su vez el perfil 2 y los siguientes se encuentran dentro del núcleo urbano de Carrejo, con sus consiguientes edificaciones y construcciones, como una carretera entre los perfiles 3 y 5 que cruza al cauce perpendicularmente con un puente de sección rectangular, formado por dos estribos verticales y una losa.

Tras su paso por Carrejo, el arroyo continúa su avance por la vega adentrándose en la población de Cabezón de la Sal con dirección sur-norte, dejando al oeste los montes que rodean el valle y la mayoría de las edificaciones de la villa, y hacia el este la llanura de



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

inundación, donde a diferencia del tramo anterior se aprecia una pequeña depresión de hasta 2-3 metros respecto al borde del cauce del arroyo.

Esta sección del terreno ([Figura 2.16](#)) se da en mayor o menor medida entre los perfiles 6 y 18, mientras el cauce aumenta ligeramente su pendiente hasta rondar un valor de 0.009.

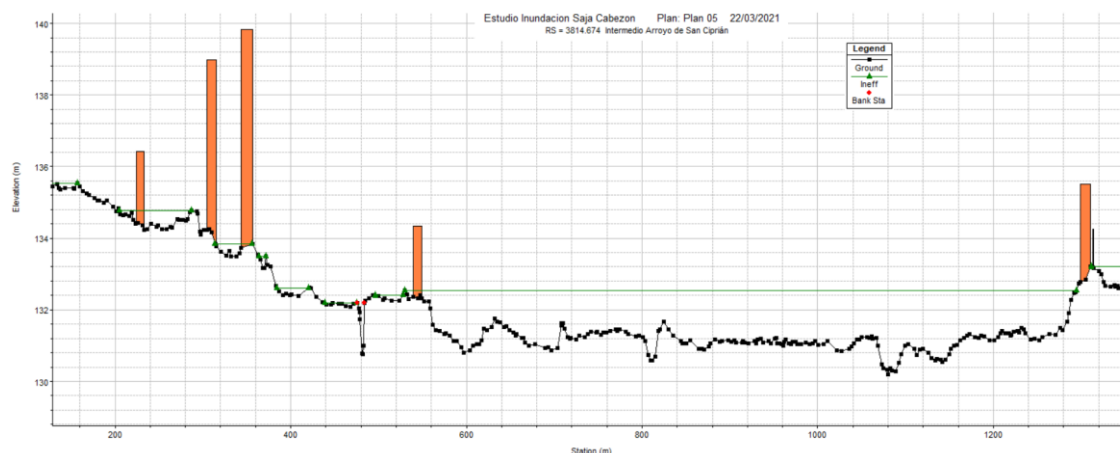


Figura 2.16 Vista parcial del perfil 7

El cauce en esta zona comienza a estar encauzado como se aprecia en el anejo fotográfico ([Anejo II](#)) y en los mapas, a destacar en este tramo tres construcciones que afectan al cálculo hidráulico, un pequeño puente para el paso de las vías del ferrocarril, River Station 3470.016, una calzada que cruza el arroyo gracias a un puente con la losa apoyada en dos pilas y en ambos estribos verticales ([Figura 2.17](#)), RS 3401.421, y por último en el perfil 15, RS 3180.936, el arroyo entra en un tramo soterrado en cajón rectangular durante 296 metros.

Este soterramiento se inicia tras pasar por el Molino de la Cabroja, un molino harinero construido en el siglo XVIII y en funcionamiento hasta los años sesenta (siglo XX) y que desde el año 2002 es incluido en el *Inventario General del Patrimonio Cultural de Cantabria* como Bien Inventariado.

La represa del canal de derivación se encuentra cerrada y el arroyo avanza por un canal de sillería paralelo antes de entrar en la boca de soterramiento en el límite de la finca ([Figura 2.18](#)). El cauce discurre bajo las calles y se divide en dos, el principal hacia el perfil 17 y otro pasando bajo las vías del ferrocarril, en esta bifurcación existe una bóveda que permite al ayuntamiento regular el caudal de cada cauce.

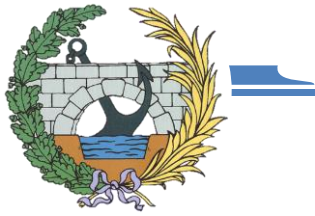


Figura 2.17 Puente en Cabezón de la Sal, perfiles 11-13

Entre los perfiles 17 y 18 el arroyo sale brevemente al aire libre antes de comenzar un segundo tramo de soterramiento, aumentando en este la pendiente hasta 0.012.

La morfología del terreno cambia en esta área, en la margen izquierda del arroyo tras una zona de terraplén existe una explanada por donde transcurre la carretera N-634, tras la cual siguen las pendientes pronunciadas debido a los montes que dan forma el valle, pero a diferencia de anteriormente, se encuentran pendientes más importantes en las faldas de La Brañona, con perfiles en los que se aprecian pendientes que rondan valores cercanos a 0.9.



Figura 2.18 Inicio soterramiento en Molino de la Cabroja, perfil 15

La margen derecha también sufre modificaciones, desaparece la depresión, y el terreno se eleva progresivamente, dejando como zona con menor cota, a parte del cauce del arroyo, la superficie más inmediata a este, donde se encuentra ubicada una zona industrial en la que destaca la Textil Santanderina a la salida del soterramiento. Estas características se dan hasta el perfil 24, RS 1285.484, con una pendiente del arroyo más suavizada, entre los 0.004 y los 0.006, y con dirección suroeste-noreste.

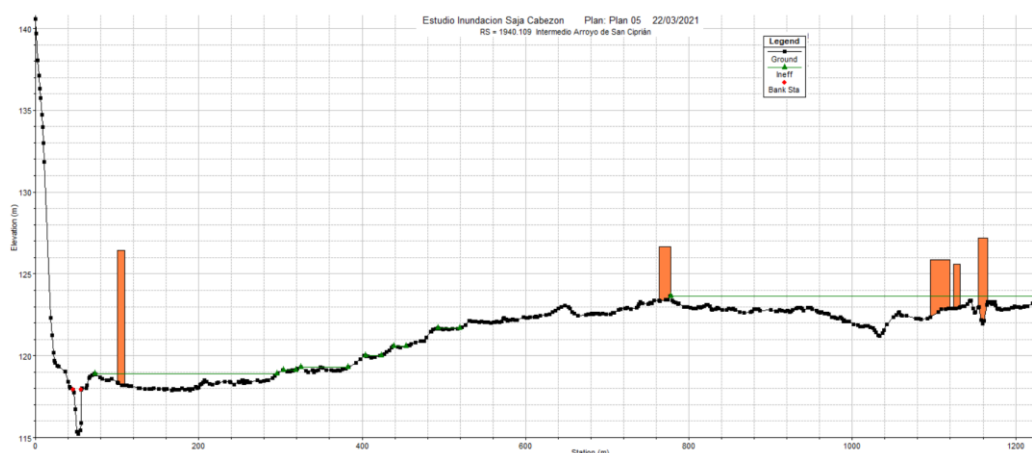
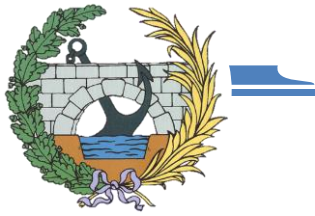


Figura 2.19 Perfil 22



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

El arroyo de San Ciprián, antes de confluir con el río Saja, forma un meandro alejándose del trazado de la carretera y llega a tomar dirección oeste-este, donde la pendiente aumenta hasta el 0.008 y el cauce se ensancha.

2.3.2. Tramo río Saja, Hoz de Santa Lucía – Ontoria

Para su estudio se han utilizado 20 secciones transversales, contabilizadas desde la número 27 a la 46, a lo largo de una longitud de 5345.248 metros, entre las cuales se halla una única construcción con relevancia para el cálculo hidráulico, un puente.

Entre los perfiles 27 y 32, el río Saja transcurre por la cluse que forma la Hoz de Santa Lucía en la Sierra del Escudo de Cabuérniga, cabecera del Valle de Cabezón, por lo que es un terreno con pendientes pronunciadas a ambos márgenes del cauce, quedando este encajado en el fondo de la hoz con una pendiente de 0.008.

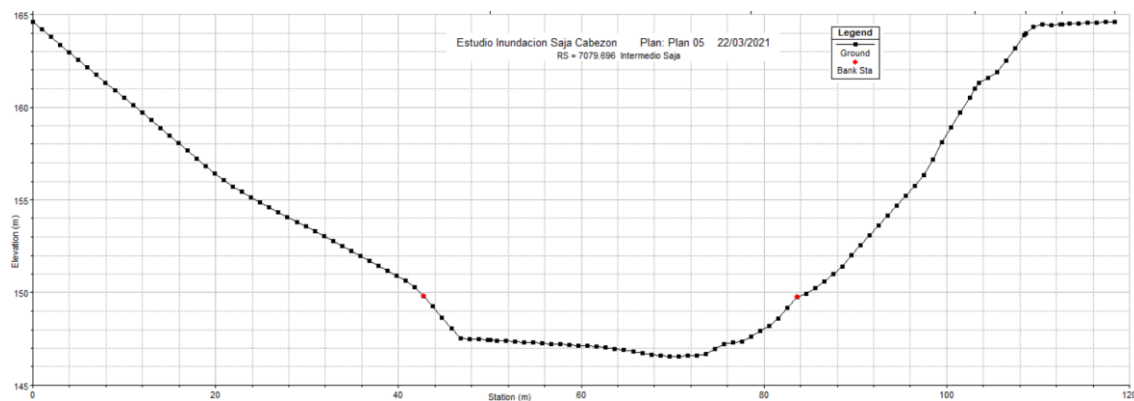
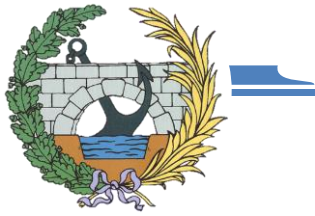


Figura 2.20 Perfil 28

Se encuentra en esta zona la única construcción del tramo, el puente de Santa Lucía ([Figura 2.21](#)), entre los perfiles 30 y 32, es un puente en viga apoyado en dos pilas intermedias, formando tres vanos de sección rectangular, se ha considerado en el estudio a pesar de que su importancia en el cálculo hidráulico no es muy relevante debido a la altura del tablero, de hasta casi 10 metros sobre el lecho del río, y de la luz de los vanos, influyendo únicamente las pilas y los estribos para las avenidas estudiadas.

Bajo el puente, entre el cauce del río y el canal de derivación de un viejo molino, se encuentra el parque de Santa Lucía, una llanura en la ribera de la margen izquierda que sirve de área recreativa para los habitantes de la zona y con un muro de protección que dañaron las fuertes avenidas de 2019 y [ha sido recientemente reparado](#).



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

A partir del puente, ya en el perfil 33, el valle empieza a abrirse, las pendientes se suavizan y se forman llanuras en ambos márgenes del río, donde el desnivel con respecto a los bordes del cauce no supera los 3 metros.

El río avanza de una forma sinuosa, creando meandros y con una pendiente en tanto por uno que sigue siendo de 0.008 hasta el perfil 38, a partir del cual crece hasta prácticamente 0.012.

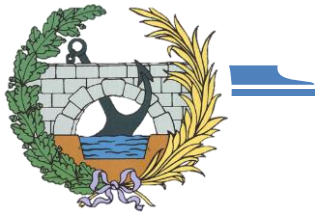
Unos 200 metros antes de llegar al perfil 38 la vista en planta cambia, dejando atrás las curvas y entrando en un sector completamente recto, lo más destacable es una anchura del cauce constante, una pendiente positiva en el corte transversal en la margen derecha que llega a superar el 0.3 a más de 400 metros de distancia, y la construcción tanto de azudes al inicio del tramo, que están dañados debido a las crecidas, como de una pasarela peatonal, que no afecta al cálculo hidráulico, pero tiene cierta importancia en la zona.

Es una pasarela de madera laminada tratada que se compone de un arco articulado con un tablero que descuelga, el cual consiste en un arco de 49 m. de luz. Esta construcción permite salvar el cauce y unir las localidades de Cos y Vernejo, formando parte de la Ruta de los Foramontanos, antiguo Camino Real.



Figura 2.21 Puente de Santa Lucía, desde aguas abajo

Tras el perfil 42 y hasta su unión en Ontoria con el arroyo de San Ciprián, la morfología del río cambia completamente, mostrando un curso anastomosado, es decir, tiene un cauce que consiste en una red de pequeños canales entrelazados separados por islas pequeñas y temporales.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Esta zona está en constante transformación, y cada año está sujeta a variaciones en los recorridos de los canales secundarios, debido a que, en las crecidas el agua cubre todos los cauces, y gran cantidad de sedimentos se depositan rellenando los cauces antiguos. Por ello en la siguiente época de estiaje se forman nuevos cauces entrelazados. Una de las características de los ríos trenzados es que estos están sujetos a un proceso de sedimentación.



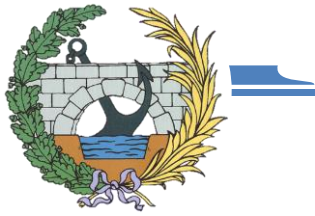
Figura 2.22 Transformación del río Saja en Ontoria para diferentes años

2.3.3. Tramo río Saja, Ontoria – Virgen de la Peña

El último tramo de la zona de estudio parte de Ontoria, una vez que el arroyo de San Ciprián desemboca en el río Saja, tiene una longitud de 1893.383 metros y ha sido analizado mediante 13 perfiles transversales, entre los cuales hay una construcción que afecta al cálculo hidráulico, el puente de Virgen de la Peña.

Desde la unión de los tramos anteriores hasta el perfil 48 el cauce tiene una pendiente de 0.01, para suavizarse a continuación hasta la mitad de su valor en su aproximación al puente de Virgen de la Peña.

La morfología del terreno también se ve modificada en función de la proximidad a la zona de Virgen de la Peña, partiendo de unas secciones con una anchura de fondo del valle de hasta 1000 metros y con el río en dirección oeste-este, las paredes más pronunciadas del valle nacen prácticamente de la ribera izquierda del río y en la derecha una pendiente positiva progresiva durante cientos de metros antes de encontrarse las paredes del valle.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Es ya cuando el río gira hacia una dirección noreste y se encuentra con la población de Virgen de la Peña donde el valle se estrecha de forma abrupta, hasta que la llanura pasa a ser de 250 metros de anchura.

En toda esta zona se han realizado actuaciones como la construcción de una mota de defensa de la margen derecha del río debido a importantes afecciones motivadas principalmente por la superación de la capacidad hidráulica del cauce del río Saja.

Entre los perfiles 53 y 55 se encuentra la última construcción de todo el estudio que afecte al cálculo hidráulico, el puente de Virgen de la Peña.

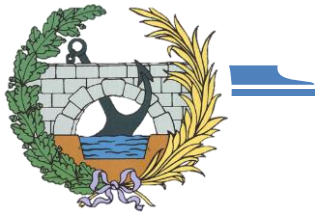
Construido entre las poblaciones de Virgen de la Peña y Villanueva de la Peña para salvar el cauce del Saja y unir los municipios de Cabezón de la Sal y Mazcuerras, el puente está construido en piedra, con un tablero de poco más de 6 metros de ancho y apoyado en dos pilas intermedias dejando así tres vanos, a través de dos de los cuales pasa el cauce principalmente, estos tienen una altura sobre el lecho de 5 metros y 20 metros de luz, el tercer vano tiene una luz menor, de 12 metros.



Figura 2.23 Puente Virgen de la Peña, desde aguas abajo

Actualmente y desde la primavera de 2018 se encuentra en ejecución el [nuevo puente de Virgen de la Peña](#) ([Figura 2.24](#)), aguas arriba del existente, con una estructura que consiste en un puente colgante de tres vanos, con una luz central de 68 metros. Se trata de un tablero mixto sustentado por péndolas que cuelgan de catenarias, que se desarrollan entre dos pilas y dos estribos los cuales se sitúan fuera del cauce del río Saja, por lo que el puente afectará en menor medida al cálculo hidráulico en futuras avenidas. Tanto la cimentación como las pilas ya están ejecutadas a fecha de abril de 2021, en la [Figura 2.23](#) (foto tomada en julio de 2020) se aprecian las pilas del nuevo puente tras la estructura del antiguo.

A partir del puente la pendiente del cauce aumenta hasta un valor de 0.01, mientras que la morfología del terreno vuelve a ser de un valle más ancho, con una llanura de



Trabajo Fin de Grado
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”**



inundación de 300 metros de anchura en la margen izquierda del río y las paredes más verticales del valle en la margen derecha.

Esta llanura resulta inundada en caso de fuertes avenidas, pero no permite el flujo efectivo, ya que a continuación de la finalización del tramo de estudio se encuentra la Autovía del Cantábrico (A-8), que cruza en dirección transversal al río Saja, el cual pasa por debajo y sigue su cauce hasta confluir con el río Besaya en Torrelavega.

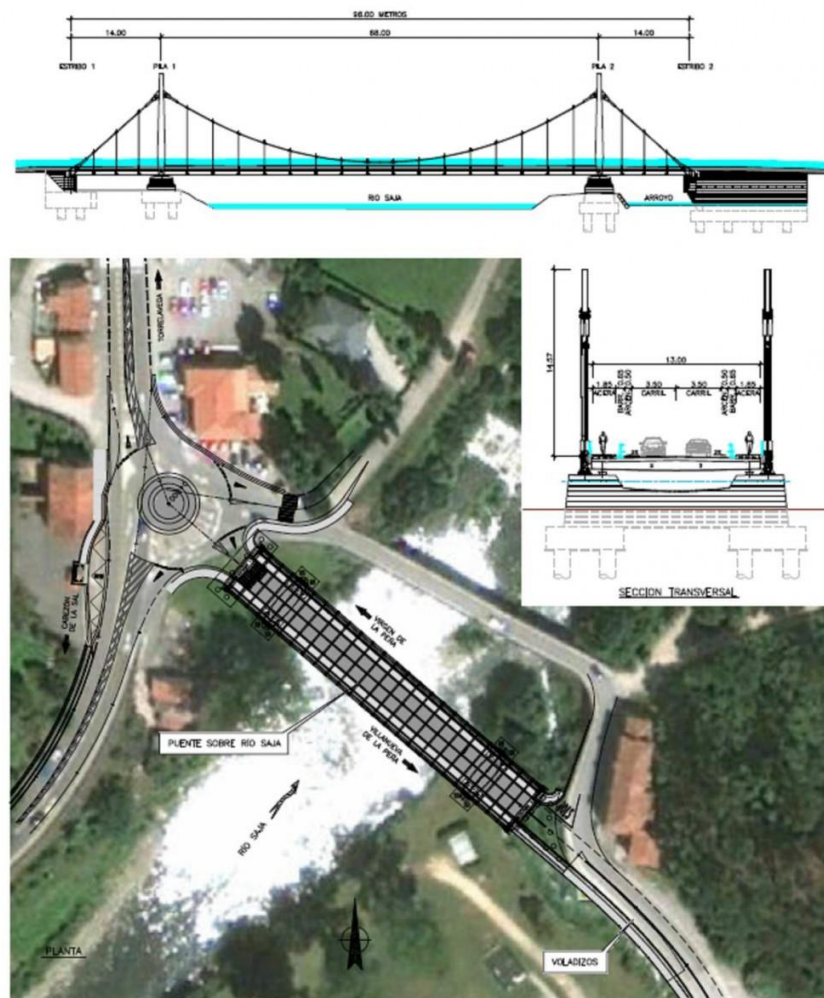
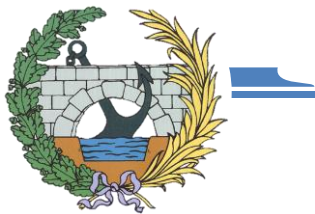


Figura 2.24 Planos del proyecto del nuevo puente de Virgen de la Peña y puente actual



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO HIDRÁULICO

La problemática principal de este estudio se centra en el análisis de la inundabilidad en la zona del río Saja y del arroyo de San Ciprián, entre la Hoz de Santa Lucía y Virgen de la Peña.

Todas las posibles actuaciones urbanísticas y de protección contra avenidas estarán condicionadas por las cotas que alcancen las láminas de agua en el arroyo de San Ciprián entre los perfiles 1 y 26, y en el río Saja entre los perfiles 27 y 59, representados en planta en el anejo VI y su sección transversal en el [anejo V](#).

Toda la información recopilada, los archivos suministrados, mapas topográficos o la recogida con trabajo de campo en las visitas realizadas a la zona de estudio, además de la ayuda de las páginas web del gobierno de Cantabria, así como de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, van a permitir realizar el estudio de inundabilidad.

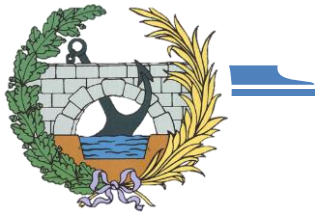
Para la consecución de dichos objetivos los entornos software de trabajo más relevantes que se utilizan son ArcGIS, HEC-RAS y MicroStation. La modelización cartográfica será llevada a cabo en el entorno ArcGIS, mientras que la modelización hidráulica se ejecutará en el entorno de HEC-RAS. El software CAD MicroStation se utilizará para la edición y control de los datos LiDAR.

El estudio hidráulico propiamente dicho, se realiza íntegramente en el entorno HEC-RAS, a partir de los perfiles del terreno planteados y obtenidos previamente en ArcGIS, estos son importados en la geometría del proyecto y se realiza la edición de posibles errores en su geomorfología, así como de la ubicación de los bordes del cauce y zonas de flujo inefectivo.

Una parte importante de este estudio es la definición de las obstrucciones a lo largo de los cauces, ya sean puentes, pasarelas, muros o alcantarillas, en este caso las obstrucciones relativas a edificaciones han sido introducidas en ArcGIS.

Finalmente se introducen los datos de caudales y régimen del flujo.

Este estudio o análisis permitirá definir las zonas inundables para periodos de retorno de 500, 100 y 10 años.



4. CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE

Para la caracterización de la superficie de la zona de estudio se cuenta inicialmente con las siguientes fuentes cartográficas realizadas por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG): un vuelo LiDAR de 2012 y los diferentes modelos digitales de elevaciones.

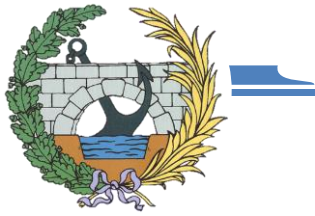
Se ha considerado que las bases cartográficas existentes no tenían el suficiente detalle para la realización de este estudio de inundabilidad y se ha optado por combinarlas con la toma de datos a medida para este proyecto.

Entre las técnicas disponibles se ha realizado un vuelo fotogramétrico desde un dron y toma de puntos en terreno con estación topográfica total y GPS, así como el uso de datos LiDAR y modelos digitales del terreno, la combinación de las diferentes técnicas ha permitido la obtención de una superficie de terreno continua en base a la cual se han extraído los perfiles hidráulicos necesarios.

El proceso seguido para obtener una caracterización topográfica de la superficie óptima se inicia al obtener en el entorno ArcGIS un modelo del terreno combinando los existentes del CNIG con uno formado a partir del vuelo del dron realizado, para posteriormente y a partir de este modelo obtener las cuencas de aportación para los diferentes tramos así como los perfiles del terreno planteados, todavía en el entorno ArcGIS se incorporan las zonas no efectivas y obstrucciones, y se asignan los valores de Manning correspondientes a cada zona del terreno.

Finalmente, esta información generada es importada desde HEC GeoRAS.

En el anejo de caracterización topográfica ([Anejo III](#)) se explica con detalle este proceso.



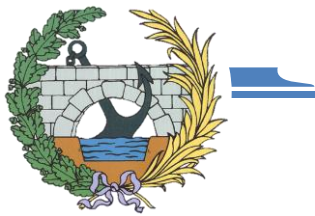
5. DESCRIPCIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO

El software utilizado para la modelización hidráulica es HEC-RAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System), un programa de simulación hidráulica desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica, dependiente del U.S. Army Corps of Engineers (USACE). La versión utilizada en este estudio ha sido HEC-RAS 5.0.7.

HEC-RAS está diseñado para desarrollar cálculos hidráulicos en una y dos dimensiones para una red completa de canales tanto naturales como artificiales.

Las capacidades principales del programa HEC-RAS son:

- **Cálculo de perfiles de la lámina de agua en régimen permanente.** Este componente del programa calcula los perfiles para un régimen permanente gradualmente variado. El sistema puede manejar una red completa de canales, un sistema dendrítico o un solo río.
- **Simulaciones en régimen no permanente.** HEC-RAS es capaz de simular un sistema de canales abiertos en los que el agua circula en régimen no permanente. Esta parte del programa fue desarrollada inicialmente para cálculos en régimen subcrítico.
- **Cálculo de transporte de sedimentos.** El programa realiza la simulación del cálculo unidimensional del transporte de sedimento y de la evolución del lecho como resultado de la erosión y de la sedimentación.
- **Análisis de la calidad del agua.** HEC-RAS le da la posibilidad al usuario de efectuar un análisis de la calidad del agua del río. El actual programa puede generar diferentes análisis de temperatura y de algunas componentes del agua del río como pueden ser:
 - Nitrógeno disuelto ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ y NOrg)
 - Fósforo disuelto ($\text{PO}_4\text{-P}$ y POrg)
 - Algas
 - Oxígeno disuelto (DO)
 - Demanda biológica de oxígeno (DBO)



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

5.1. Determinación de la lámina de agua

El método de cálculo se basa en el teorema de Bernoulli con el empleo de la ecuación de la energía. Las pérdidas de carga continuas se evalúan mediante la fórmula de Manning y las pérdidas de carga localizadas en estrechamientos y ensanchamientos mediante un coeficiente que multiplica a la variación de la altura de velocidad. En aquellas situaciones donde el régimen sea rápidamente variado (resaltos hidráulicos, puentes o confluencias de ríos) se utiliza la ecuación de la cantidad de movimiento.

El programa adopta una serie de hipótesis en su funcionamiento con el objetivo de simplificar la complejidad numérica y asumiendo que no afectan a la calidad de los datos de salida del modelo de una manera notable.

Dichas hipótesis son las siguientes:

- Cuando el flujo es permanente, no hay variación del calado ni de la velocidad con el tiempo.
- Cuando el flujo es gradualmente variado, se asume una distribución hidrostática de presiones.
- El flujo se considera unidimensional, es decir, la única componente de la velocidad es en la dirección del flujo.
- Las pendientes son pequeñas, menores de 10%, por lo que el calado es representativo de la altura de presión.
- Los contornos son rígidos, no admitiéndose erosión o sedimentación en el cauce.

Con estas hipótesis, la ecuación de la energía entre dos secciones 1 y 2 para flujo unidimensional queda de esta forma:

$$z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \Delta h$$

En donde:

z_i (m) distancia del fondo del cauce al nivel de referencia de energía ($z=0$)

y_i (m) calado del agua en la sección transversal

α_i coeficiente del término de velocidad o de Coriolis

v_i (m/s) velocidad media del flujo en la sección

g (m/s²) aceleración de la gravedad

Δh pérdida de carga entre las secciones 1 y 2 (h_p)



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

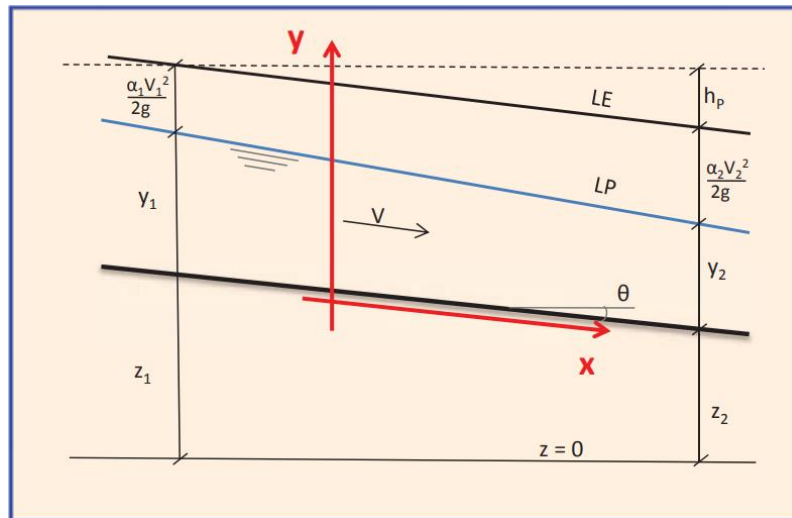


Figura 5.1 Representación de los términos de la ecuación de la energía
Fuente: apuntes Ampliación de Hidráulica, prof. Ascorbe

La pérdida de carga Δh o h_p (Figura 5.1), entre las dos secciones consideradas comprende las pérdidas por rozamiento y las pérdidas localizadas:

$$\Delta h = I \cdot L + \Delta h_{local}$$

En donde:

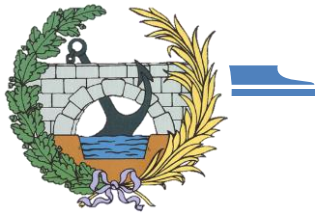
Fórmula de Manning, $I = v^2 n^2 R_h^{-\frac{4}{3}}$

L (m) longitud entre secciones

$$\Delta h_{local} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \frac{v_i^2}{2g}$$

Es necesario introducir la cota de la superficie libre en una de las secciones como condición de contorno sobre la que el programa pueda comenzar el proceso iterativo. El esquema del procedimiento que sigue el programa es el siguiente:

- Se supone una cota del agua en la sección de aguas arriba (si el régimen es lento) o en la de aguas abajo (si el régimen es rápido).
- Se determina el valor de I y a continuación el de Δh .
- Se determina z_2 mediante la ecuación de la energía y se compara con el valor supuesto al comienzo, repitiéndose el proceso hasta que la diferencia entre el valor calculado y el supuesto sea admisible.



5.2. Análisis del efecto de los puentes

El programa HEC-RAS modeliza de manera especial el flujo a través de puentes y estructuras similares. Es preciso tener en cuenta que el puente provoca un cambio en las características del flujo, provocando pérdidas de energía debido al estrechamiento que se produce en el flujo aguas arriba del paramento del puente y al dejarlo atrás por la expansión de dicho flujo, así como los obstáculos que encuentra, tales como pilas, estribos o el propio tablero.

En este contexto, el programa HEC-RAS distingue entre dos tipos de flujo, cuyas características se comentan a continuación.

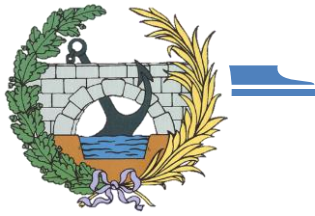
5.2.1. Modelado del puente con flujo alto

El flujo bajo se da cuando la superficie del agua alcanza o supera el nivel de la plataforma. En estos casos HEC-RAS utiliza uno de estos dos métodos:

- **Método de la energía:** El método es igual al empleado entre dos secciones transversales consecutivas. No se considera el área del tablero, pero sí se tiene en cuenta el aumento del perímetro mojado. Cabe destacar que, en un cálculo posterior, los resultados reflejan correctamente la línea de energía, pero no necesariamente la lámina de agua, la cual puede ir por el interior del tablero. Este método no tiene en cuenta la forma de las pilas, y la capacidad de transporte se calcula como una sección normal, incluyendo el flujo por encima de la plataforma.
- **Método de desagüe en presión y vertido:** Considera independientes el flujo por encima del tablero del que se produce bajo él. En el caso de desagüe en presión se diferencian dos situaciones, desagüe bajo compuerta ([Figura 5.2](#)) y desagüe por orificio ([Figura 5.3](#)).

Ecuaciones de cálculo adecuadas al tipo de situación planteada:

- Cuando el tablero del puente representa una obstrucción pequeña y no provoca un desagüe en presión (Energía)
- Cuando hay desbordamiento, pero aguas abajo no hay flujo sumergido o lo hay con poca altura (Presión y vertido)
- Cuando hay desbordamiento y una gran sumergencia (Energía)



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

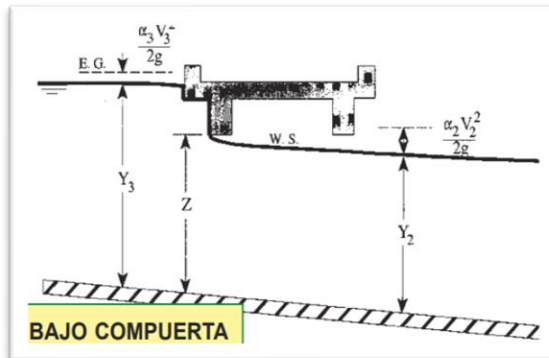


Figura 5.2 Desagüe bajo compuerta
Fuente: apuntes Ampliación hidráulica, prof. Ascorbe

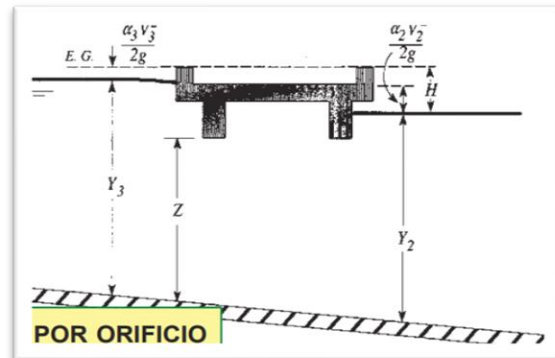


Figura 5.3 Desagüe por orificio
Fuente: apuntes Ampliación hidráulica, prof. Ascorbe

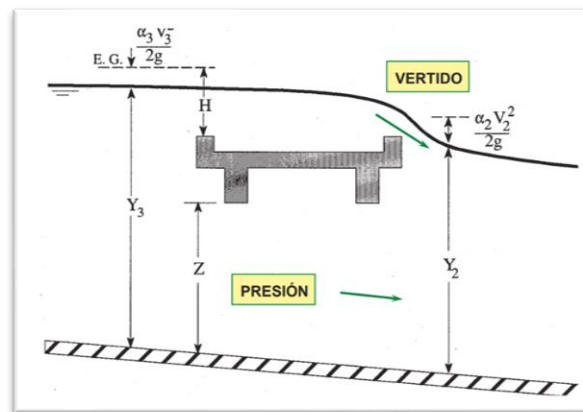
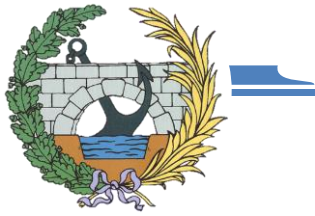


Figura 5.4 Desagüe en vertido
Fuente: apuntes Ampliación hidráulica, prof. Ascorbe

5.2.2. Modelado del puente con flujo bajo

Se considera flujo bajo cuando la superficie del agua no alcanza el intradós de la plataforma del puente. Existen cuatro métodos de modelización hidráulica:

- **Energía:** con una base física, tiene en cuenta las pérdidas por rozamiento y por cambios de geometría a través del puente, así como las pérdidas debidas al cambio de régimen y a la turbulencia.
- **Momentum:** también con base física, tiene en cuenta las pérdidas por rozamiento y por cambios de geometría a través del puente.
- **FHWA WSPRO:** basado en el principio de conservación de la energía, con algunas consideraciones empíricas. Desarrollado para puentes que producen un fuerte estrechamiento en grandes llanuras de inundación con abundante vegetación.
- **Yarnell:** fórmula empírica desarrollada para modelizar el efecto de las pilas de puentes.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Estas ecuaciones de cálculo se aplican a las diferentes situaciones del modo:

- Pilas de puentes con poca obstrucción al flujo y predominio de pérdidas de rozamiento (Energía, Momentum o WSPRO)
- Predominio de pérdidas por rozamiento y por las pilas (Momentum)
- Paso por régimen crítico en las proximidades del puente (Energía o Momentum)
- Predominio de pérdidas de energía en las pilas (Yarnell)
- Régimen supercrítico sin pilas (Energía o Momentum)
- Régimen supercrítico con pilas (Momentum)

5.2.3. Definición de secciones transversales

En las proximidades de los puentes, e independientemente del tipo de régimen, se produce una contracción del flujo aguas arriba y una expansión aguas abajo. La forma de tener en cuenta esta circunstancia es mediante los coeficientes de contracción y expansión.

Hay que definir cuatro secciones en los cálculos de las pérdidas de energía debidos a la estructura. Durante los cálculos hidráulicos, el programa genera automáticamente dos secciones transversales adicionales en los paramentos de la estructura del puente.

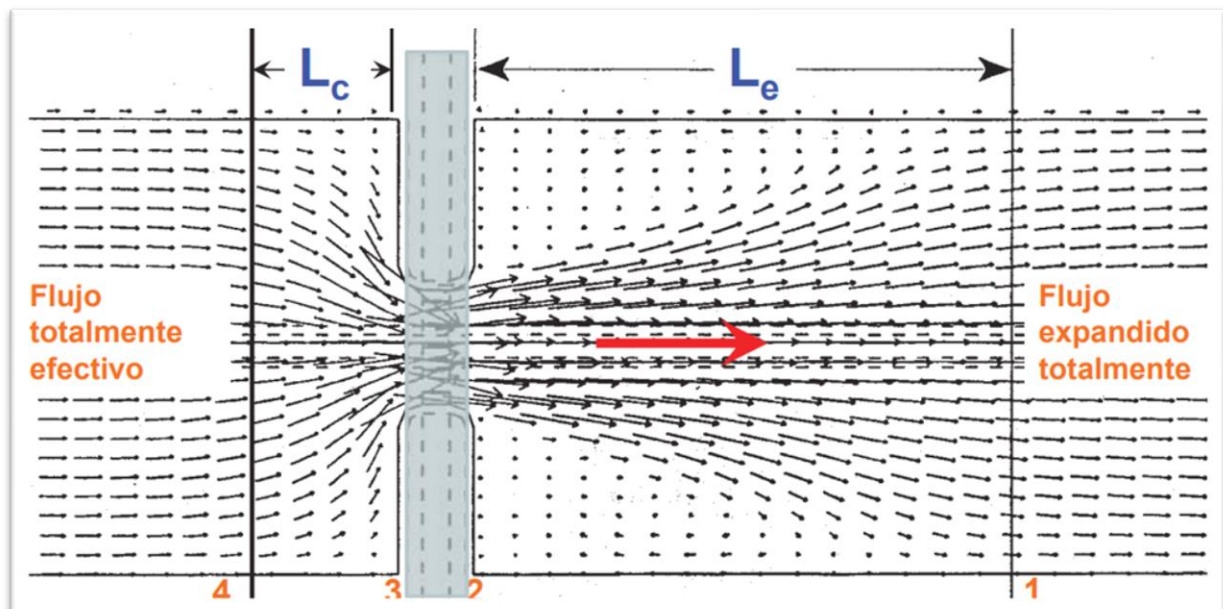
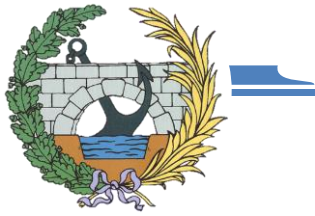


Figura 5.5 Contracción y expansión del flujo en las proximidades de un puente
Fuente: apuntes Ampliación de Hidráulica, prof. Ascorbe



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

En la Figura 5.5 se muestran y numeran las secciones transversales.

- Sección 1: se encuentra a una distancia lo suficientemente aguas abajo de la estructura como para que el flujo no se vea afectado por la estructura. Esta distancia se denomina longitud de expansión, L_e .
- Sección 2: está situada a poca distancia aguas abajo del puente. Esta sección debe representar el terreno natural (canal principal y llanura aluvial) justo aguas abajo del puente.
- Sección 3: se ubica inmediatamente aguas arriba del puente. Representa la sección de la zona del canal y de desborde justo aguas arriba del puente.
- Sección 4: es una sección transversal aguas arriba, donde las líneas de flujo son paralelas y la sección transversal es plenamente efectiva. La distancia entre las secciones transversales 3 y 4 se denomina longitud de contracción, L_c .

Las distancias L_e y L_c se pueden determinar por observación en el campo (flujo alto) o bien pueden ser calculadas. Como regla general se establecen unas pendientes de contracción de 1:1 y de expansión de 2:1.

Los coeficientes de pérdida de carga localizada, en la contracción (C_c) y expansión (C_e) que causa el puente, suelen ser mayores que los de los estrechamientos y ensanchamientos de un cauce (0.1 y 0.3 respectivamente), pues pueden valer 0.3 y 0.5 en términos medios. Precisamente, estos dos valores se tomarán como valores genéricos al utilizar el Teorema de Bernoulli mediante la programación en HEC-RAS.

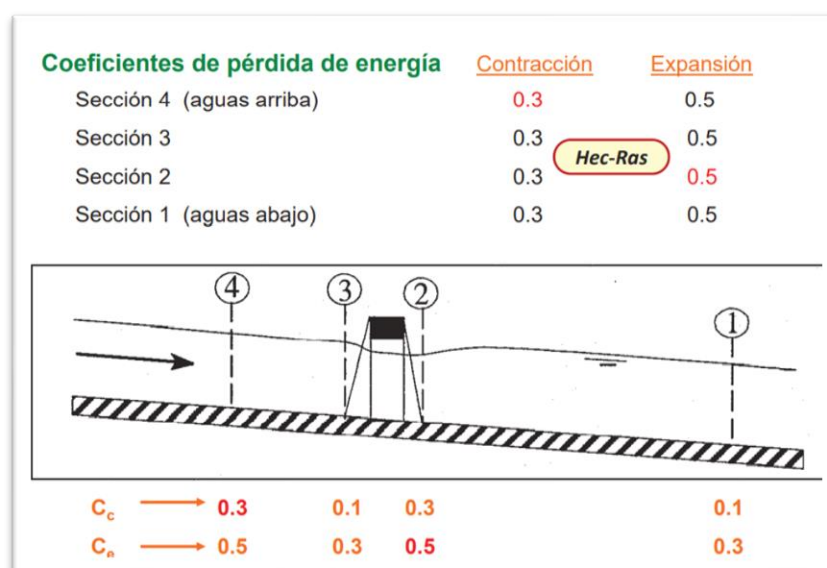
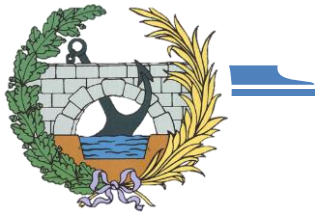


Figura 5.6 Coeficientes de contracción y expansión
Fuente: apuntes Ampliación Hidráulica, prof.Ascorbe



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

5.2.4. Áreas de flujo inefectivo

Las áreas de flujo inefectivo se utilizan para modelar zonas de la sección transversal cubiertas por la lámina de agua, pero en las que la velocidad en la dirección del flujo es igual a cero. Esta agua está incluida en los parámetros de almacenamiento y perímetro mojado, pero no en el área de flujo activo. Una vez que el área de flujo inefectivo es superada, ya no se considera inefectiva.

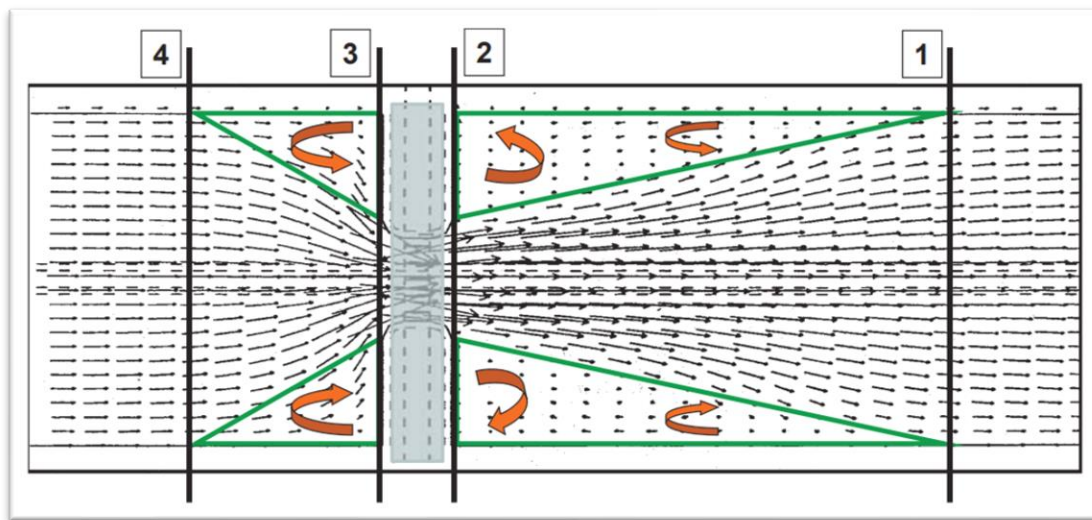


Figura 5.7 Vista en planta de las áreas de flujo inefectivo en un puente

Fuente: apuntes Ampliación de Hidráulica, prof.Ascorbe

La opción de área de flujo inefectivo se considera en las secciones 2 y 3 para tener todo el flujo efectivo en el área de apertura del puente, hasta que el agua alcance la cota del tablero del puente y se empiece a producir el vertido por encima del mismo, momento en el que toda la sección transversal (2 o 3) contribuye al flujo. En la Figura 5.8 se muestran las áreas de flujo inefectivo como la zona sombreada de color verde.

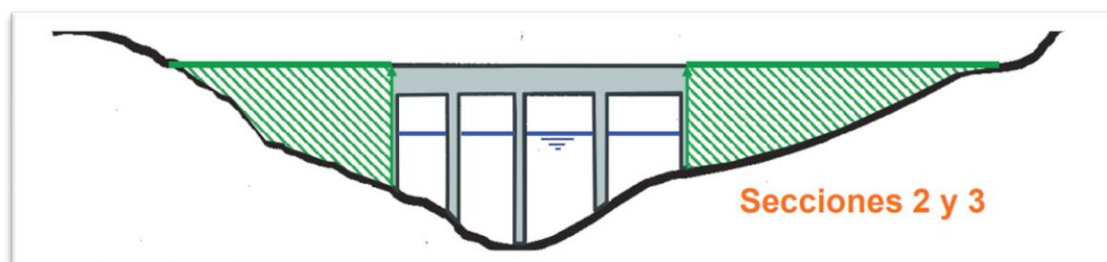
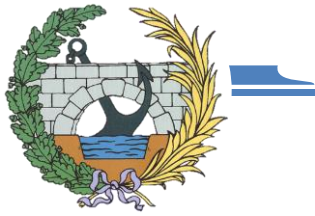


Figura 5.8 Flujo inefectivo en las secciones 2 y 3 (Paramento del puente)

Fuente: apuntes Ampliación de Hidráulica, prof.Ascorbe



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Los valores de las abscisas correspondientes al límite del área efectiva se obtienen de la definición del puente.

La cota, que puede ser diferente en las dos márgenes, corresponde al nivel que hace que se vuelvan efectivas las márgenes al ser superado su valor por el nivel del agua, como se ha explicado anteriormente.

En la sección 3 la cota debe corresponder al nivel de la plataforma, mientras que en la sección 2 la cota será inferior (aproximadamente 0.5 metros), aunque es preciso iterar. En la sección 2, del paramento aguas abajo, el manual recomienda un valor de la cota correspondiente al punto medio del espesor de la plataforma.

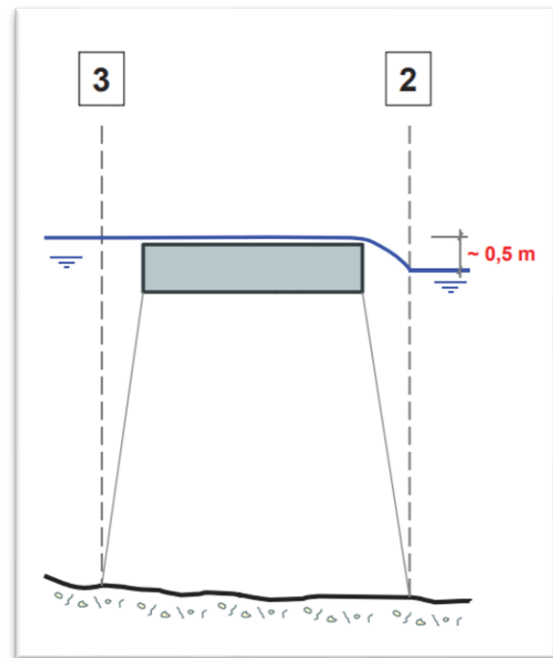
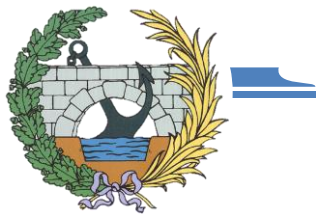


Figura 5.9 Cotras de área efectiva en secciones 2 y 3

Fuente: apuntes Ampliación de Hidráulica,
profesor Agustín Ascorbe



6. DATOS BÁSICOS

A la hora de aplicar el programa HEC-RAS, cuya descripción se ha realizado en el apartado anterior, se necesitan conocer una serie de datos: la caracterización geométrica de la zona de estudio, la caracterización hidráulica, con los correspondientes coeficientes de rugosidad, así como los coeficientes de pérdidas de carga localizada, y los caudales de estudio, con sus correspondientes condiciones de contorno.

6.1. Caracterización geométrica

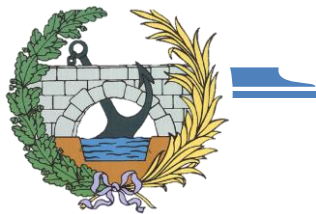
El primero de los datos requeridos por el software HEC-RAS es la definición geométrica de las secciones transversales, y los resultados generados dependen en gran medida de su exactitud. Las secciones se localizan mediante la distancia medida desde el extremo aguas debajo de cada tramo a lo largo del perfil longitudinal.

Se dispone de un perfil longitudinal a lo largo del eje del cauce de cada tramo, del cual como se ha mencionado en el [apartado 2.3](#) se conocen sus características, con tres tramos de estudio, el arroyo de San Ciprián con una longitud de 5101.33 metros y el río Saja con una longitud de 5345.25 metros antes de confluir con el arroyo y de 1893.38 metros tras la unión.

A partir del tratamiento topográfico de la superficie, que se detalla en el [anejo III](#), se han obtenido los perfiles transversales de la zona de estudio, estos poseen la información necesaria para caracterizar geométricamente el terreno, la delimitación de los márgenes del cauce, las diferentes obstrucciones como edificaciones y construcciones, las zonas de flujo inefectivo y “levees”, todas las secciones se adjuntan en el [anejo V](#).

Los perfiles generados para la realización del estudio son los numerados del 1 al 26 para el arroyo de San Ciprián, y del 27 al 59 para el río Saja, estando este dividido en dos tramos, naciendo el segundo en el 47. Su localización se puede observar en los planos 03 y 04-A a 04-M situados en el anejo VI.

En las siguientes tablas se muestran los perfiles transversales con información detallada entre la que se encuentra la numeración de cada perfil para facilitar su designación, la distancia al extremo del tramo aguas abajo (river station), una descripción de la sección, y las distancias entre cada sección y su consecutiva aguas abajo, dadas sobre la línea del cauce y para ambos márgenes, en el perfil aguas abajo de cada tramo se ha introducido una distancia de 0 m para este valor.

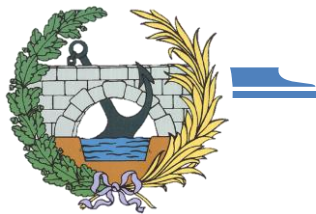


Trabajo Fin de Grado
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”**



N	River Station	Descripción	Distancia al perfil sucesivo aguas abajo		
			LOB	Channel	ROB
1	5035.042	Sección aguas arriba arroyo San Ciprián	248.96	333.53	262.03
2	4701.511	Intermedio Arroyo de San Ciprián	170.14	145.57	85.74
3	4555.941	Paso carretera de Carrejo. Aguas arriba.	18.77	13.22	20.01
4	4550	Paso carretera Carrejo	Bridge		
5	4542.725	Paso carretera de Carrejo. Aguas abajo	200.42	254.07	237.99
6	4288.655	Intermedio Arroyo de San Ciprián	413.52	473.98	507.72
7	3814.674	Intermedio Arroyo de San Ciprián	299.92	344.66	316.78
8	3470.016	Paso ferrocarril en Cabezón Sur. Aguas arriba	11.22	6.4	6.99
9	3468	Paso FFCC en Cabezón Sur	Bridge		
10	3463.621	Paso ferrocarril en Cabezón Sur. Aguas abajo	81.31	62.2	12.2
11	3401.421	Paso carretera Cabezón Sur. Aguas arriba	13.64	11.75	17.43
12	3395	Paso carretera en Cabezón Sur	Bridge		
13	3389.671	Paso carretera Cabezón Sur. Aguas abajo	203.39	186.51	130.47
14	3203.159	Intermedio Arroyo de San Ciprián	35.85	22.22	10.49
15	3180.936	Inicio del tramo 1 de soterramiento en el Molino de la Cabroja. Aguas arriba.	248.75	273.75	295.85
16	3100	Soterramiento Cabezón. Tramo 1	Culvert		
17	2907.181	Final del tramo 1 de soterramiento. Aguas abajo.	318.27	347.28	312.35
18	2559.902	Inicio tramo 2 de soterramiento. Aguas arriba.	319.78	309.96	221.56
19	2400	Soterramiento Cabezón. Tramo 2	Culvert		
20	2249.945	Final tramo 2 de soterramiento. Textil Santanderina. Aguas abajo.	34.51	35.81	34.8
21	2214.132	Intermedio Arroyo de San Ciprián	274.13	274.02	270.3
22	1940.109	Intermedio Arroyo de San Ciprián	264.29	265.94	259.14
23	1674.167	Intermedio Arroyo de San Ciprián	357.3	388.68	346.72
24	1285.484	Intermedio Arroyo de San Ciprián	469.97	798.38	697.34
25	487.1035	Intermedio Arroyo de San Ciprián	220.08	308.07	258.66
26	179.0379	Sección aguas abajo arroyo San Ciprián. Ontoria.	0.00	0.00	0.00

Tabla 6.1 Perfiles transversales del tramo del arroyo de San Ciprián



Trabajo Fin de Grado
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”**

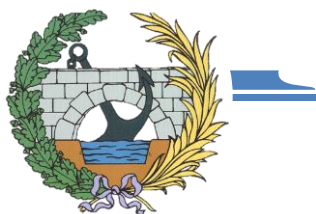


N	River Station	Descripción	Distancia al perfil sucesivo aguas abajo		
			LOB	Channel	ROB
27	7208.568	Sección aguas arriba Saja tramo 1	134.25	128.87	116.12
28	7079.696	Intermedio Saja	136.84	146.65	154.55
29	6933.05	Intermedio Saja	81.16	80.69	80.05
30	6852.359	Sección Puente Santa Lucía. Aguas arriba.	9.32	9.33	9.31
31	6848	Puente Santa Lucía	Bridge		
32	6843.024	Sección Puente Santa Lucía. Aguas abajo.	120.18	119.67	119.91
33	6723.356	Intermedio Saja	216.87	213.01	211.23
34	6510.348	Intermedio Saja	199.7	179.31	150.92
35	6331.042	Intermedio Saja	256.9	314.27	323.53
36	6016.776	Intermedio Saja	260.84	302.73	296.72
37	5714.046	Intermedio Saja	286.08	275.56	264.38
38	5438.49	Intermedio Saja	724.98	768.05	752.73
39	4670.44	Intermedio Saja	198.19	183.55	175.63
40	4486.89	Intermedio Saja	460.15	478.86	510.6
41	4008.027	Intermedio Saja	336.93	392.69	450.23
42	3615.332	Intermedio Saja	391.93	379.32	349.46
43	3236.009	Intermedio Saja	397.05	467.7	486.37
44	2768.31	Intermedio Saja	407.57	441.31	383.66
45	2326.999	Intermedio Saja	283.55	293.35	311.85
46	2033.65	Sección aguas abajo Saja tramo 1. Ontoria	0.00	0.00	0.00

Tabla 6.2 Perfiles transversales del tramo 1 del río Saja (Hoz Sta.Lucía-Ontoria)

En las tablas se aprecia que para la caracterización de cada construcción se definen dos perfiles transversales, que se corresponden con el paramento de aguas abajo y de aguas arriba de la misma. Estos perfiles contienen el perfil del terreno natural y el alzado de la construcción, la cual se representa con el perfil intermedio que no tiene medida. En la tabla 6.1 aparecen tanto puentes (bridge) como los soterramientos o alcantarillas (culvert).

Las siglas LOB corresponden a Left Overbank Station, es decir, margen izquierdo del cauce, así como ROB será el margen derecho.



N	River Station	Descripción	Distancia al perfil sucesivo aguas abajo		
			LOB	Channel	ROB
47	1570.073	Sección aguas arriba Saja tramo 2. Ontoria	259.85	259.57	249.96
48	1310.501	Intermedio Saja tramo 2	202.37	203.91	195.26
49	1106.596	Intermedio Saja tramo 2	232.53	227.39	199.56
50	879.2057	Intermedio Saja tramo 2	187.63	217.83	327.47
51	661.3708	Intermedio Saja tramo 2	91.96	88.79	85.86
52	572.5843	Intermedio Saja tramo 2	66.83	79.35	91.3
53	493.2343	Sección puente Virgen de la Peña. Aguas arriba.	8.84	9.27	9.06
54	487	Puente Virgen de la Peña	Bridge		
55	483.9603	Sección puente Virgen de la Peña. Aguas abajo.	89.95	76.48	64.7
56	407.4813	Intermedio Saja tramo 2	75.87	76.05	75.1
57	331.4269	Intermedio Saja tramo 2	121.13	122.96	127.97
58	208.4697	Intermedio Saja tramo 2	82.62	111.26	138.83
59	97.21155	Sección aguas abajo Saja tramo 2	0.00	0.00	0.00

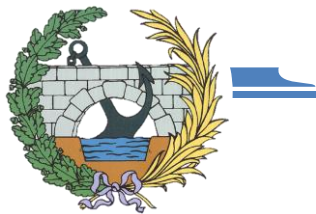
Tabla 6.3 Perfiles transversales del tramo 2 del río Saja (Ontoria-Virgen de la Peña)

6.2. Caracterización hidráulica

Otros datos que necesita el programa para realizar la simulación del modelo son aquellos imprescindibles para la caracterización hidráulica, como son los coeficientes de rugosidad del terreno en los diferentes tramos de cada sección.

El coeficiente de rugosidad de Manning representa el grado de resistencia que ofrece el terreno por el que discurre el flujo, cuanto mayor sea, más resistencia ofrece el terreno al flujo y más le cuesta a este avanzar. Este coeficiente está asociado a cada tipo de superficie por la que transcurre el flujo, existen múltiples estudios y métodos de asignación al respecto.

En este trabajo, se ha optado por utilizar como datos de partida los valores de rugosidad de Manning asociados a cada tipo de suelo, que aparecen en la tabla “Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000”, que se encuentra en el Anejo V de la [“Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables”](#), publicada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Para la adjudicación de cada coeficiente con el tipo de suelo indicado en la zona de trabajo, se ha partido de la Cubierta Terrestre de la BTA05, en la cual, tras un filtrado, generalizar la geometría y un agrupado por “ID_TIPO”, se han identificado los diferentes polígonos en la zona de estudio, donde cada uno representa a un tipo de superficie del terreno.

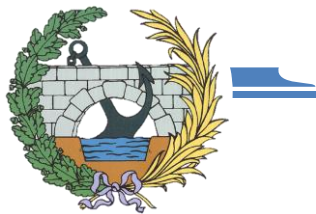
A cada “ID_TIPO”, correspondiente con un uso de suelo distinto, se le ha asignado un valor de coeficiente de Manning, en la Tabla 6.4 se muestra tanto dicha asignación, como la descripción de la clasificación del uso de suelo en la BTA05 y el número de polígonos en la zona de estudio para cada superficie del terreno (Cnt_ID_TIP).

ID_TIPO	Clasificación del uso del suelo en la BTA05	Cnt_ID_TIP	n Manning
0012	Hidrografía	1	0.031
0026	Camino	53	0.025
0028	Carretera de calzada doble	2	0.025
0029	Carretera de calzada única	12	0.025
0056	Edificación	2027	0.1
0057	Edificación ligera	177	0.1
0122	Arbolado forestal	57	0.07
0124	Cultivos herbáceos	165	0.05
0125	Cultivos leñosos	6	0.06
0126	Huerta	68	0.04
0128	Prado	277	0.035
0129	Pastizal	1	0.035
0130	Matorral	97	0.07
0133	Suelo desnudo	157	0.03
0140	Vegetación y arbolado urbanos	520	0.09
9999	Resto de zona urbana	175	0.025

Tabla 6.4 Coeficientes de Manning para cada uso de suelo

Tras exportar esta caracterización hidráulica al software HEC-RAS surgió una problemática, el programa solo admite 20 valores (o tramos) de coeficiente de Manning para cada perfil transversal, número que se veía superado en varias ocasiones debido a la gran longitud de las secciones.

La solución llevada a cabo fue realizar una simplificación de los perfiles, agrupar valores de este coeficiente y darlos una importancia proporcional a su representación en el perfil.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

6.3. Caudales y condiciones de contorno

En el presente estudio el análisis de las zonas inundables se realizará para los caudales de avenida correspondientes a los periodos de retorno de 500, 100 y 10 años. Existen diversos procedimientos para obtener estos caudales de avenida en una sección de un curso de agua, puede hacerse mediante una fórmula o ábaco calibrado, disponiendo de una estación de aforo o mediante modelos hidrológicos más o menos complejos.

Para este estudio, y ante la falta de aforos de caudales de la zona, se seguirá la metodología que propone la *Confederación Hidrográfica del Norte en el Plan Hidrológico Norte II*.

Se plantea la utilización de un ábaco ([Figura 6.1](#)) en el que conociendo el área que es drenada para un punto concreto, en km^2 , se entra por el eje de abscisas y al cortar este dato con la curva correspondiente al periodo de retorno que se busca, se obtiene en el eje de ordenadas el caudal específico. Este ábaco tiene vigencia, tal y como se recoge en la normativa del plan, para el dimensionamiento de obras con un presupuesto máximo de 150.000 € y suele tomarse como un valor de referencia para cualquier estudio que se apoye en un modelo hidrológico.

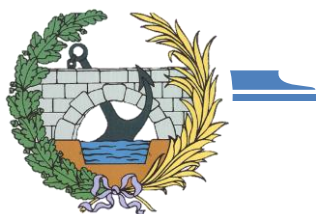
Este gráfico proporciona el mismo caudal para cuencas de igual superficie independientemente de su situación dentro del norte peninsular, o de su disposición dentro de una misma cuenca, lo que hace que en ocasiones los resultados difieran de aquellos obtenidos mediante un modelo hidrológico más preciso.

El dato primordial que se necesita para emplear este método es la superficie de la cuenca vertiente en el punto de interés. El procedimiento empleado para la obtención de dichos valores se encuentra detallado en el [anejo IV](#), y para este apartado se mostrarán únicamente los resultados obtenidos.

Subcuenca	i	Área, A_i (km^2)
Río Saja Unión	1	385.4875
Arroyo de San Ciprián	2	23.338125
Río Saja (Tramo 1. Sta Lucía – Ontoria)	3	353.454375

Tabla 6.5 Áreas de drenaje de las subcuencas

En la tabla 6.5 se muestran las superficies que drenan en los puntos seleccionados de interés para el estudio, donde A_1 es el área de la cuenca de estudio completa.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

A partir de estos datos se entra en el ábaco ([Figura 6.1](#)) y se obtienen los caudales específicos para cada periodo de retorno, con los cuales se calculan los caudales de avenida, obteniendo tres caudales diferentes para cada periodo de retorno.

$$Q = q \cdot A$$

En donde,

Q (m³/s) caudal de avenida

q (m³/s/km²) caudal específico

A (km²) área de la cuenca afluyente

i = 1	Río Saja unión (cuenca completa)	
Periodo de retorno T (años)	Caudal específico q (m³/s/km²)	Caudal de avenida Q (m³/s)
10	1.21	466.44
100	1.74	670.748
500	2.65	1021.542

Tabla 6.6 Caudales para la cuenca completa

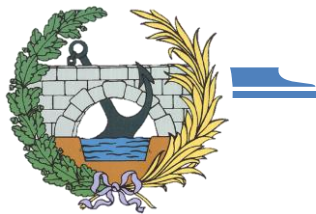
i = 2	Arroyo de San Ciprián	
Periodo de retorno T (años)	Caudal específico q (m³/s/km²)	Caudal de avenida Q (m³/s)
10	2.52	58.812
100	4.05	94.519
500	6.2	144.696

Tabla 6.7 Caudales para la cuenca del arroyo de San Ciprián

i = 3	Río Saja (tramo 1)	
Periodo de retorno T (años)	Caudal específico q (m³/s/km²)	Caudal de avenida Q (m³/s)
10	1.25	441.818
100	1.78	629.149
500	2.75	971.999

Tabla 6.8 Caudales para la cuenca del río Saja en su tramo 1

Los datos de caudales se han redondeado a la milésima en las tablas, a la hora de su introducción en el modelo se han usado todos los decimales para una mayor precisión.



Inspeccionando los resultados de los caudales se puede apreciar que no existe una continuidad, es decir, para un periodo de retorno T el caudal Q_1 del tramo aguas debajo de la confluencia no es igual a la suma de Q_2 y Q_3 .

Esto es debido a que el ábaco de la [Figura 6.1](#) aporta unos datos de caudales específicos con relación al área de la cuenca afluyente, teniendo estos una mayor dispersión en sus valores cuando el área es más pequeña.

Para evitar esta falta de continuidad en los datos de caudales se han propuesto dos hipótesis diferentes que se presentan en el [apartado 7](#).

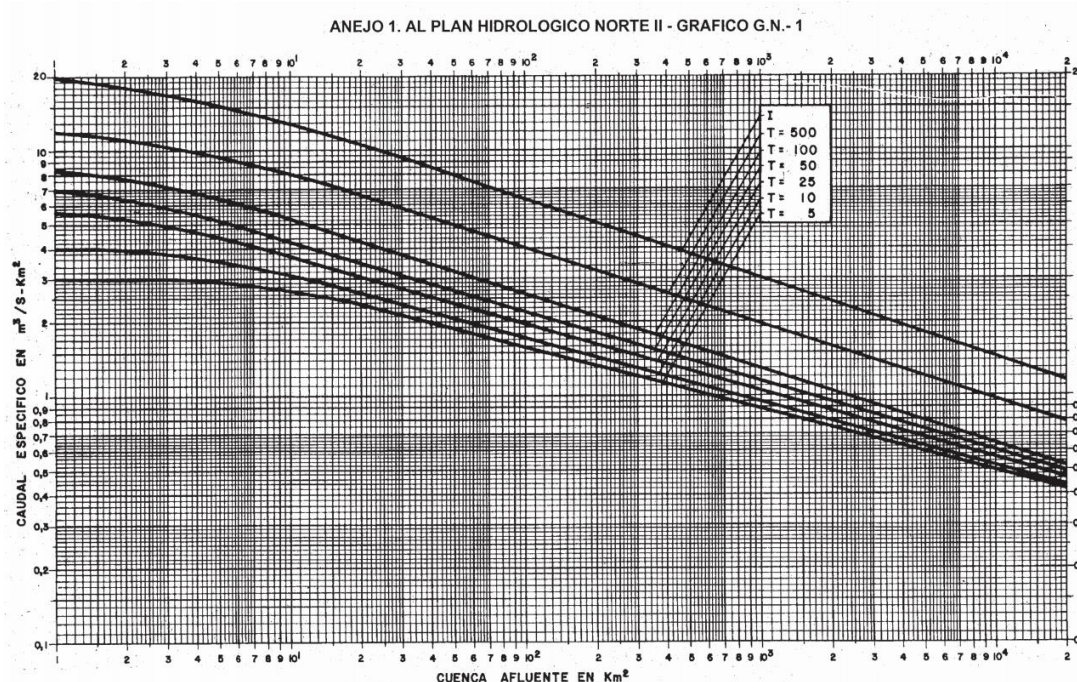


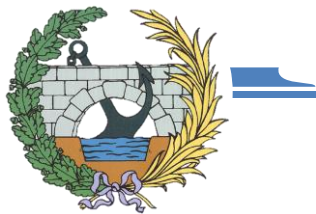
Figura 6.1 Caudales específicos de avenidas en función de la cuenca afluyente y del periodo de retorno T
Fuente: Confederación hidrográfica del Norte. Plan Hidrológico II

Además de los datos de caudales, para realizar la simulación del modelo hidráulico se necesita establecer una condición de contorno en el extremo aguas abajo del estudio, supuesto un régimen lento.

Considerando que se admite la hipótesis de régimen uniforme para el tramo entre las secciones 58 y 59, y que existe un régimen subcrítico en el río Saja, se establece como condición de contorno la pendiente longitudinal obtenida en el plano topográfico de 0.00234 m/m.

Longitud tramo (m)	Altura perfil 58 (m)	Altura perfil 59 (m)	Diferencia altura (m)
111.26	92.46	92.2	0.26
Pendiente (m/m)		0.00234	

Tabla 6.9 Pendiente extremo aguas abajo



7. SITUACIONES CONSIDERADAS

El objetivo del presente estudio como se ha planteado en el [apartado 3](#), es la determinación de las zonas inundables.

El conocimiento de las áreas inundables asociadas a la avenida correspondiente a los diferentes periodos de retorno permitirá, por un lado, la evaluación del riesgo que corren las construcciones erigidas en ambas márgenes de los cauces y, por otro lado, dotar a las autoridades competentes de una base fiable que facilite el cumplimiento de la legislación actual, estableciendo los usos que se le pueden dar a los terrenos situados en ambas márgenes.

En el apartado anterior se muestran los valores de los caudales de avenida para los diferentes periodos de retorno (tablas [6.6](#), [6.7](#) y [6.8](#)) con los que se ejecuta el modelo hidráulico, pero como se ha mencionado en dicho apartado es necesario resolver la falta de continuidad en los datos.

Se proponen dos hipótesis de continuidad, donde siempre se toman los valores de caudal para la cuenca completa (Q_1) y los pertenecientes a los puntos de desagüe en Ontoria para el río Saja y para el arroyo de San Ciprián se calculan uno en función del otro, cumpliendo la ecuación de continuidad:

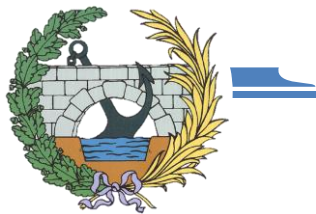
$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

7.1. Hipótesis de caudales #1

Se considera correcto el dato para el caudal que aporta el río Saja en el punto de drenaje situado en Ontoria antes de la confluencia con el arroyo, así como el caudal en el extremo aguas debajo de Virgen de la Peña, obteniendo el restante despejando la ecuación de continuidad.

HIPÓTESIS #1	Caudal de avenida Q (m ³ /s)			
	i	T=10 años	T=100 años	T=500 años
Saja tramo unión	1	466.439875	670.74825	1021.541875
Arroyo San Ciprián	2	24.62190625	41.5994625	49.54234375
Saja tramo 1	3	441.8179688	629.1487875	971.9995313

Tabla 7.1 Caudales de avenida para la hipótesis #1



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

7.2. Hipótesis de caudales #2

En esta suposición el flujo conocido es aquel que drena en el extremo aguas abajo del arroyo de San Ciprián, el caudal que vierte el afluente al confluir con el río Saja en la unión de los cauces cerca del barrio Ontoria; y el caudal a calcular es el del río Saja en su tramo primero, el nacido en la Hoz de Santa Lucía.

HIPÓTESIS #2	Caudal de avenida Q (m ³ /s)			
	i	T=10 años	T=100 años	T=500 años
Saja tramo unión	1	466.439875	670.74825	1021.541875
Arroyo San Ciprián	2	58.812075	94.51940625	144.696375
Saja tramo 1	3	407.6278	576.2288438	876.8455

Tabla 7.2 Caudales de avenida para la hipótesis #2

Con estos caudales y la geometría empleada se crearán las diferentes situaciones en el modelo hidráulico. De todas ellas se escogen los valores correspondientes a la cota máxima en cada sección que permite determinar la superficie de inundación correspondiente a cada periodo de retorno.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

8. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se procede a realizar una presentación tanto numérica como gráfica de los resultados obtenidos tras la ejecución del estudio con la simulación hidráulica del software HEC-RAS para los caudales de avenida correspondientes a los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

Se mostrarán los datos necesarios para comprender los resultados obtenidos en la simulación de las zonas inundables, esta información se desarrolla en profundidad en el [anejo V](#) y se compone por los gráficos y tablas numéricas para las diferentes hipótesis de inundabilidad.

N	River Station	T=10 años		T=100 años		T=500 años	
		H1	H2	H1	H2	H1	H2
1	5035.042	142.96	143.27	143.17	143.25	143.21	143.37
2	4701.511	140.67	140.68	140.59	140.85	140.63	140.85
3	4555.941	139.14	140.4	139.97	139.97	140.16	139.97
5	4542.725	139.07	139.63	139.25	139.82	139.41	139.84
6	4288.655	136.4	136.59	136.54	136.68	136.56	136.79
7	3814.674	132.43	132.54	132.53	132.54	132.54	132.54
8	3470.016	129.72	130.45	130.45	130.45	130.45	130.45
10	3463.621	129.7	129.92	130.04	130.12	129.57	130.39
11	3401.421	129.4	129.86	129.53	130.02	129.61	130.39
13	3389.671	129.34	129.38	129.29	129.49	129.34	129.61
14	3203.159	128.38	128.41	128.41	128.41	128.41	128.41
15	3180.936	128.2	128.22	128.22	128.22	128.22	128.22
17	2907.181	125.46	125.56	125.61	125.69	125.68	125.82
18	2559.902	122.61	123.07	123.01	123.07	123.04	123.07
20	2249.945	119.11	120.43	119.92	121.42	120.14	122.5
21	2214.132	118.63	119.58	119.42	120.25	119.43	121
22	1940.109	116.93	118.03	117.1	118.4	117.62	118.9
23	1674.167	115.55	116.03	116.2	116.17	116.12	116.24
24	1285.484	113.41	114.02	113.62	114.2	113.95	114.39
25	487.1035	109.45	109.65	109.79	109.93	109.92	109.97
26	179.0379	106.72	107.26	107.01	107.65	107.13	108.05

Tabla 8.1 Cotas de la lámina de agua (en metros) en el Arroyo de San Ciprián



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

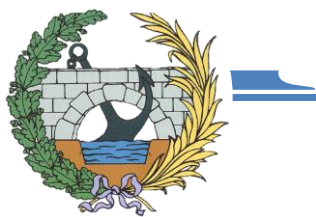
Tanto en la tabla anterior ([Tabla 8.1](#)) como las que se presentan a continuación ([Tabla 8.2](#) y [8.3](#)) se muestran los datos de la cota de la lámina de agua para los diferentes cauces, periodos de retorno e hipótesis de caudales, donde H1 y H2 son las hipótesis #1 y #2 respectivamente. También se muestra el valor de cada perfil para la river station, que es el valor que asigna HEC-RAS a cada perfil para la construcción del modelo, siendo este la distancia de cada perfil al extremo aguas abajo del tramo en el que se encuentra; así como el número dado a cada perfil, en los cuales los que no aparecen son aquellos perfiles que solo representan una construcción.

Los datos de las cotas de la lámina se dan en metros.

N	River Station	T=10 años		T=100 años		T=500 años	
		H1	H2	H1	H2	H1	H2
27	7208.568	151.77	151.52	153.01	152.67	154.93	154.44
28	7079.696	151.62	151.37	152.89	152.55	154.82	154.33
29	6933.05	149.55	149.35	150.55	150.28	152.14	151.74
30	6852.359	149.64	149.5	150.28	150.12	151.31	151.02
32	6843.024	149.48	149.35	150.03	149.9	150.83	150.57
33	6723.356	148.32	148.22	148.85	148.68	149.48	149.41
34	6510.348	146.85	146.74	147.15	147.15	147.67	147.47
35	6331.042	145.32	145.27	145.81	145.58	146.17	146.09
36	6016.776	143.01	142.86	143.39	143.3	143.61	143.52
37	5714.046	140.49	140.52	140.65	140.59	140.87	140.8
38	5438.49	138.2	138.16	138.2	138.2	138.2	138.2
39	4670.44	130.39	130.24	130.7	130.53	131.85	131.72
40	4486.89	128.73	128.63	129.32	129.3	129.83	129.58
41	4008.027	124.47	124.4	124.72	124.65	125.19	125.19
42	3615.332	121.37	121.22	121.84	121.67	121.65	121.49
43	3236.009	117.95	117.95	118.11	118.11	118.25	118.25
44	2768.31	113.48	113.43	114.02	113.93	114.09	114.01
45	2326.999	110.39	110.28	110.19	110.12	110.53	110.53
46	2033.65	107.05	107.05	107.2	107.15	107.43	107.37

Tabla 8.2 Cotas de la lámina de agua (en metros) en el río Saja, tramo Sta.Lucía – Ontoria

Analizando estas dos primeras tablas se observa a primera vista que en el tramo del arroyo de San Ciprián las cotas son mayores en la hipótesis #2, mientras que en el tramo primero del río Saja es al revés, las cotas son más elevadas en la hipótesis #1, esto es algo esperado puesto que concuerda con las tablas [7.1](#) y [7.2](#).



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

En estas tablas donde se muestran las hipótesis de caudales, se aprecia que el caudal para el arroyo es mayor en la segunda hipótesis y para el tramo del Saja en la primera. Es decir, la situación más desfavorable para cada cauce es aquella en la que se usa el caudal calculado mediante el drenaje de la cuenca que le corresponde.

En cuanto al valor de la diferencia entre las hipótesis es significativamente mayor en el arroyo de San Ciprián, con una media cercana al medio metro frente a los 10 centímetros del tramo del río Saja.

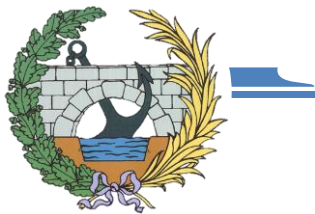
Los valores máximos para el arroyo se encuentran en la zona de la Textil Santanderina, al salir el cauce del soterramiento, llegando a superar los 2 metros de diferencia, esto se debe a la geomorfología de esa zona, donde el cauce se encuentra enclavado entre una pendiente pronunciada en la margen izquierda y un muro vertical que separa el flujo del polígono en la margen derecha, es una zona muy angosta donde la lámina de agua no puede expandirse hasta no superar el muro.

N	River Station	T=10 años		T=100 años		T=500 años	
		H1	H2	H1	H2	H1	H2
47	1570.073	105	105	105.66	105.66	105.29	105.29
48	1310.501	103.39	103.39	103.53	103.53	104.2	104.2
49	1106.596	101.8	101.8	102.16	102.16	102.26	102.26
50	879.2057	101.08	101.08	100.68	100.68	101.47	101.47
51	661.3708	99.6	99.6	100.43	100.43	101.2	101.2
52	572.5843	98.55	98.55	99.16	99.16	101.03	101.03
53	493.2343	98.44	98.44	99.11	99.11	100.12	100.12
55	483.9603	97.74	97.74	98.25	98.25	98.96	98.96
56	407.4813	97.28	97.28	97.93	97.93	98.7	98.7
57	331.4269	96.79	96.79	97.46	97.46	97.95	97.95
58	208.4697	96.32	96.32	96.97	96.97	97.88	97.88
59	97.21155	94.65	94.65	95.15	95.15	95.88	95.88

Tabla 8.3 Cotas de la lámina de agua (en metros) en el río Saja, tramo Ontoria – Virgen de la Peña

Una vez que confluyen el Saja y el arroyo en Ontoria formando el segundo tramo del Saja, las cotas de la lámina no varían entre hipótesis, puesto que la condición común para ambas es el caudal de este tramo.

Estos datos se representan gráficamente en el [anejo V](#), donde se incluyen las vistas de los perfiles transversales con la lámina de agua para cada periodo de retorno.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Otra representación gráfica más visual es la vista en planta de la mancha de inundación, de las cuales se enseñan unas comparativas en las siguientes figuras a modo de muestra, y aparecen más detalladas en los planos del [anejo VI](#).

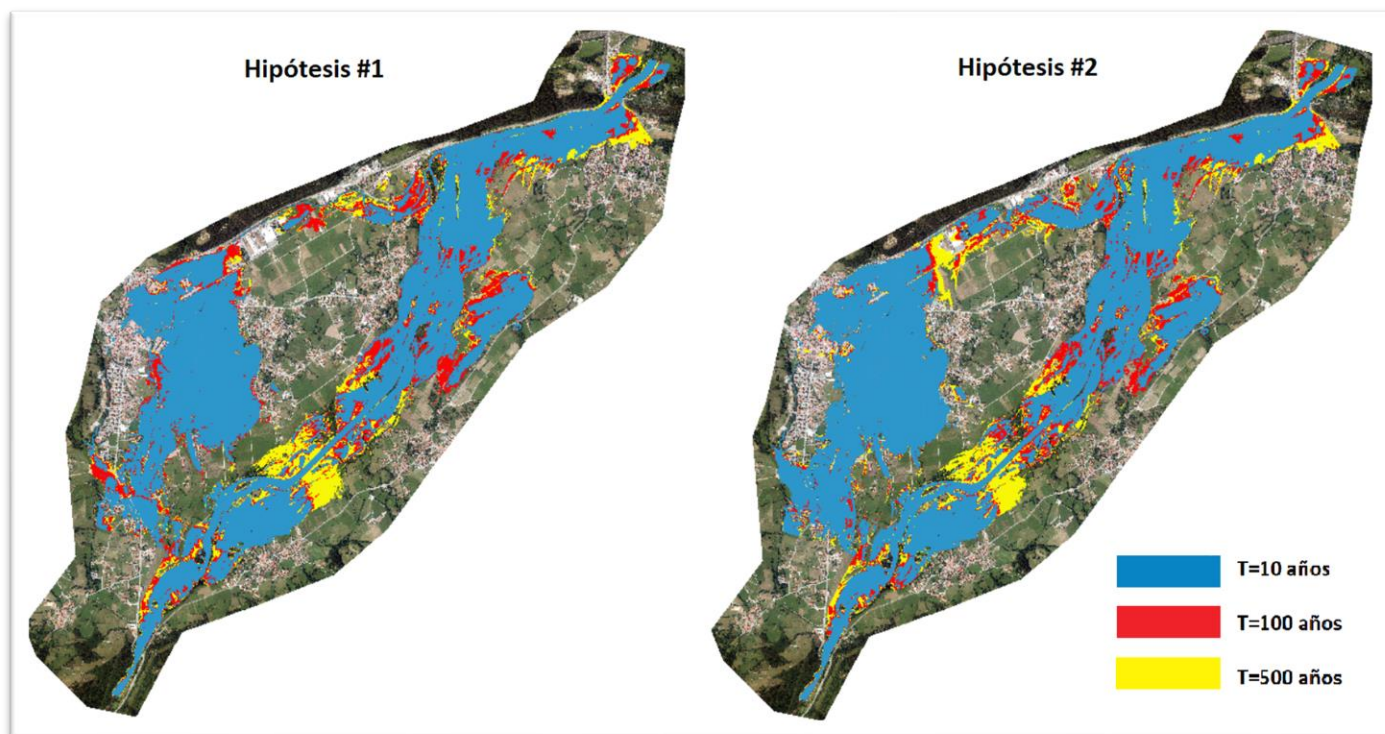
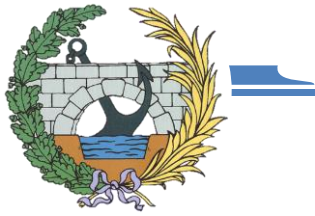


Figura 8.1 Comparativa manchas de inundación para los diferentes periodos de retorno e hipótesis

En la figura anterior se muestra una comparación visual de las manchas de inundación para ambas hipótesis y para los diferentes periodos de retorno de las avenidas, en ella se aprecia lo comentado anteriormente, la inundación varía muy poco en el río Saja entre las dos hipótesis de caudales, y entre los periodos de retorno es similar, encontrando las mayores diferencias en la zona entre Cos y Mazcuerras, donde el cauce se desborda por completo para un periodo de retorno de 500 años, pero sin llegar a entrar en los núcleos de dichas poblaciones.

Para el arroyo de San Ciprián las diferencias son mayores, en la segunda hipótesis las manchas son más extensas en general tanto en Carrejo como en la propia Cabezón de la Sal, ambas poblaciones se ven severamente afectadas en las dos hipótesis, pero es al salir del núcleo de Cabezón de la Sal donde se ven mayores variaciones.

Como se ha explicado anteriormente en la zona de la Textil Santanderina el arroyo está muy encauzado, y para la primera hipótesis no hay problemas, pero en la segunda el agua supera el muro inundando así las naves de la empresa para el periodo de 500 años.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Sin quitar el foco de estudio del arroyo, se ve que aguas abajo de la Textil Santanderina la diferencia entre ambas hipótesis es notable, siendo la hipótesis #2 más desfavorable y afectando al meandro existente antes de la confluencia con el río Saja.

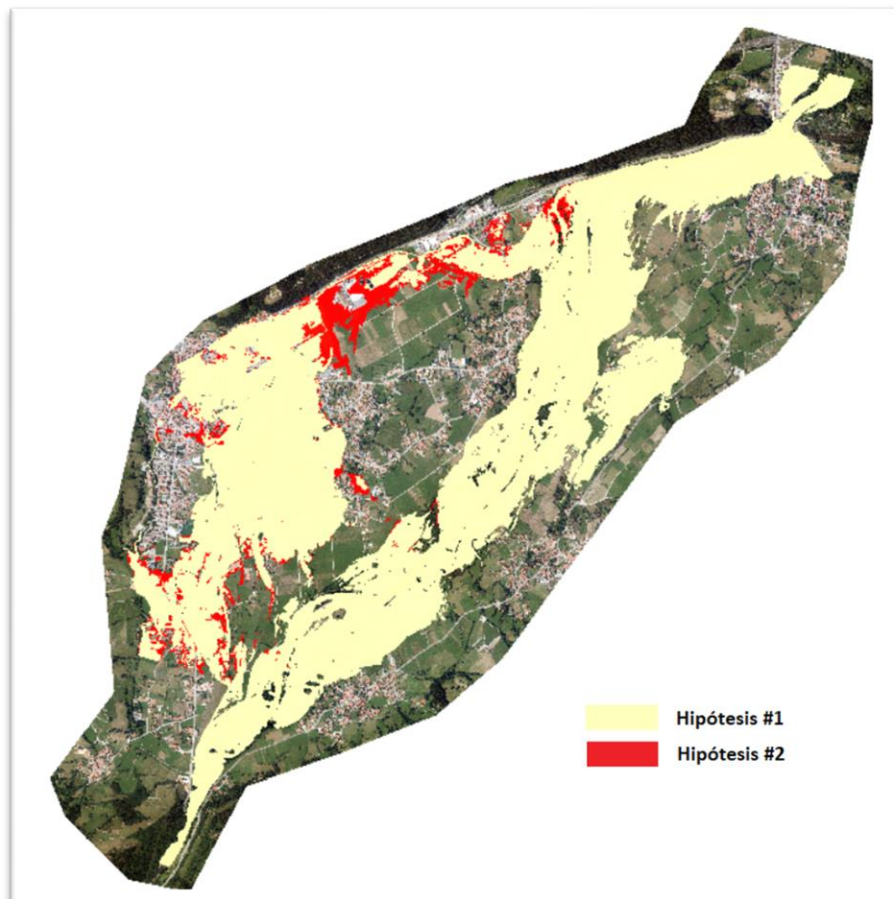
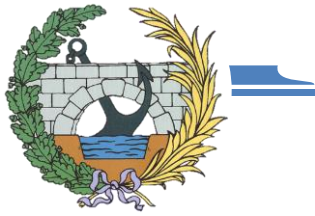


Figura 8.2 Comparativa manchas de inundación para un periodo de retorno de T=500 años

Por último, en el tramo del río Saja aguas abajo de la confluencia entre el arroyo y el cauce principal, el flujo desborda por la margen derecha inundando la llanura existente y llegando a afectar tanto a la zona más septentrional del núcleo urbano de Villanueva de la Peña, superando incluso la carretera CA-283 para los periodos de retorno de 100 y 500 años, pero sin alcanzar la ermita de Virgen de la Peña, como a varias edificaciones en la población de Virgen de la Peña, entre las cuales la más afectada son los viveros *La Llosa*.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

9. CONCLUSIONES

Una vez concluido el estudio y a partir de toda la información expuesta en los apartados anteriores, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

El cauce más problemático no es el principal, río Saja, sino el arroyo de San Ciprián, el cual, a pesar de tener un caudal mucho menor, sufre unos desbordamientos que afectan casi a la totalidad de las poblaciones de Carrejo y Cabezón de la Sal.

Observando su paso por Carrejo se puede ver que incluso para la opción más favorable y común, hipótesis #1 y periodo de retorno de 10 años, la mancha de inundación cubre la mayoría del núcleo urbano afectando a las viviendas y a los principales edificios de interés y monumentos, como el Palacio de Ygareda, actual Museo de la Naturaleza de Cantabria, declarado Bien de Interés Cultural y como el molino de Carrejo, parte del inventario general del patrimonio de Cantabria, ambos del siglo XVIII. Otros edificios destacados que se verían dañados con dicha avenida son El Jardín de Carrejo y el colegio Sagrada Familia, que actualmente son un hotel y una residencia de ancianos.

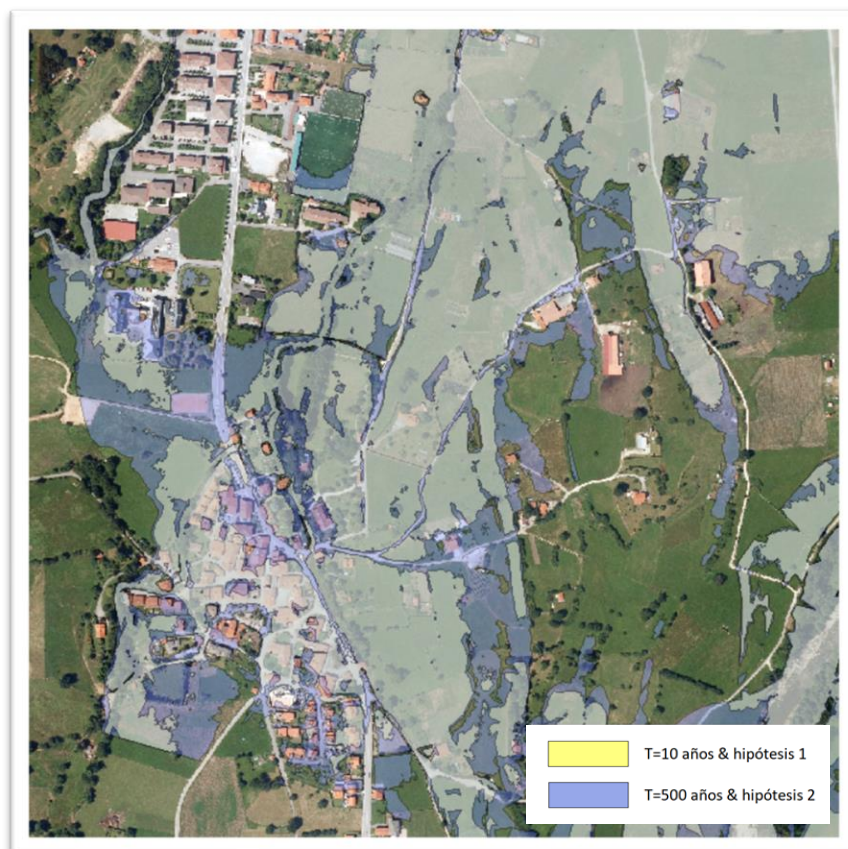
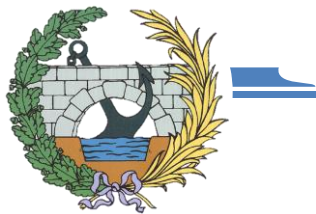


Figura 9.1 Inundación de Carrejo y sur de Cabezón de la Sal



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

En cuanto a las infraestructuras que serán inundadas se encuentra la carretera CA-180 como vía de comunicación principal, y otras carreteras secundarias, así como el campo de fútbol de la S.D. Textil Escudo en la entrada sur de Cabezón de la Sal.

En la Figura 9.1 se muestran las manchas de inundación para el caso más favorable (hipótesis #1 y periodo de retorno de 10 años) y más desfavorable (hipótesis #2 y periodo de retorno de 500 años) para la zona de Carrejo y la entrada sur de Cabezón de la Sal.

Esta zona sur de Cabezón de la Sal no se ve afectada en cuanto a edificaciones se refiere, puesto que el cauce del arroyo transcurre fuera del núcleo urbano hasta que se cruza con las vías del ferrocarril y entra en el barrio de La Cabroja.

Es a partir de este punto donde la localidad de Cabezón de la Sal se inunda de una forma significativa, afectando a fincas, edificaciones e infraestructuras, entre las cuales se encuentran como más relevantes el molino de La Cabroja, el Palacio de la Bodega, la Textil Santanderina y la estación del ferrocarril, así como la propia línea ferroviaria, la cual es cubierta por la inundación en un pequeño tramo para la situación más favorable y el total del tramo La Cabroja – Ontoria para la peor suposición, en el caso más desfavorable también se ve afectada parte de la N-634, vía de comunicación principal de la zona.

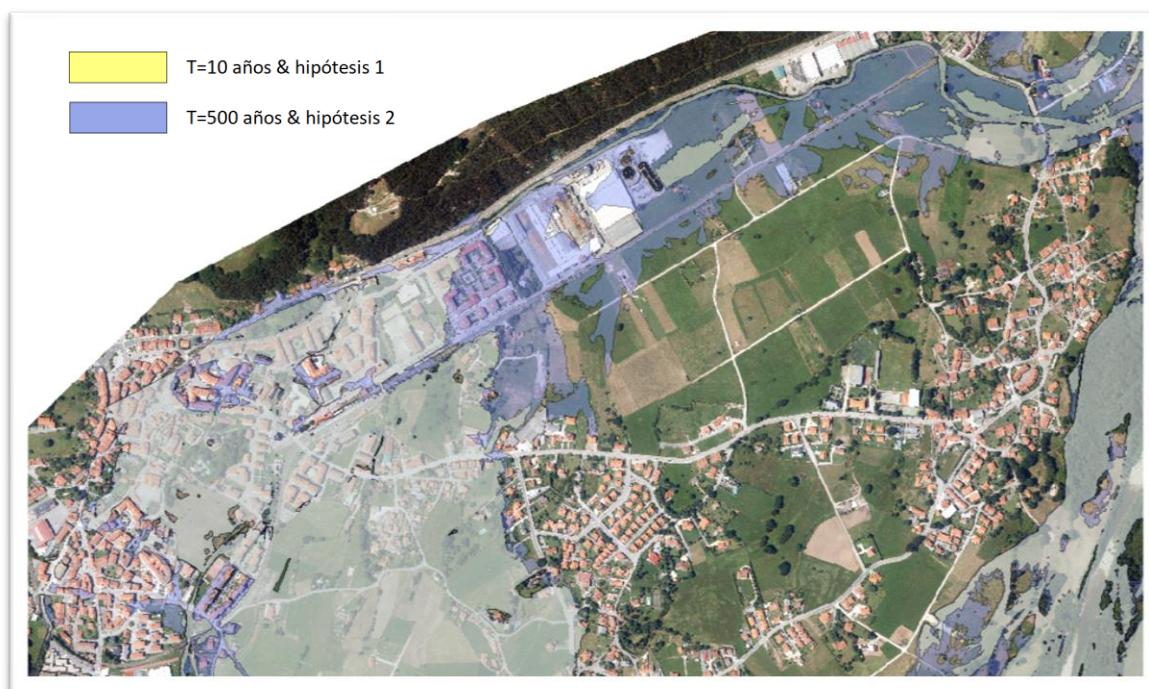
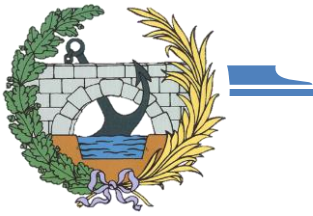


Figura 9.2 Inundación de Cabezón de la Sal

**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”**

Un aspecto que tener muy en cuenta es la subsidencia del terreno, debido a la ubicación de la población de Cabezón de la Sal sobre un diapiro salino, comentado en el apartado 2.2, que se ve afectado por las inundaciones.

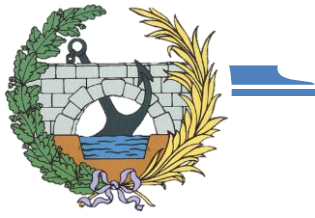
Las filtraciones de agua aumentan los porcentajes de sal disuelta, contribuyendo de esta forma a favorecer los procesos de hundimiento del terreno en el casco urbano.

Como se ha mencionado en la conclusión principal, el río Saja, a pesar de sufrir desbordamientos, no provocan el mismo nivel de daños en la comarca, puesto que los casos de inundación de edificaciones e infraestructuras son puntuales, sin llegar a afectar a los cascos urbanos de Cos, Mazcuerras y Ontoria, mientras que en Villanueva de la Peña lo hace puntualmente, donde las edificaciones alcanzadas por el agua son algunas de las más importantes de la población como la Torre de Hoyos y el molino de Villanueva, así como la carretera CA-283.

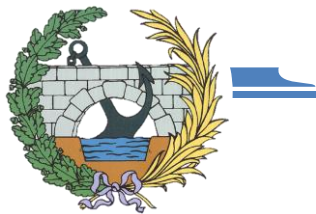
También para el caso más desfavorable se pueden provocar daños en la población de Virgen de la Peña, donde el cauce del Saja se desborda alcanzando parte de las edificaciones.

Otra conclusión más general es que en la totalidad de la cuenca de estudio las llanuras de inundación se ven anegadas en un alto porcentaje, afectando a numerosas fincas de cultivos y pastizales.

Es una zona en la que el cauce se desborda fácilmente y tiene una alta probabilidad de que suceda, como se observa en las manchas de inundación para un periodo de retorno de 10 años.



ANEJOS



ÍNDICE DE ANEJOS

ANEJO I. NOTICIAS.....	54
ANEJO II. FOTOGRAFÍAS	68
ANEJO III. CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA	82
ANEJO IV. CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE LA CUENCA ANALIZADA	103
ANEJO V. RESULTADOS.....	107
ANEJO VI. PLANOS.....	0188



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



ANEJO I
NOTICIAS

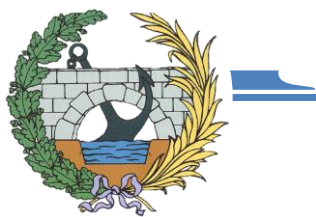


**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



ÍNDICE DE NOTICIAS:

<i>Antecedentes</i>	56
<i>Actuaciones previas.....</i>	59
<i>Futuras actuaciones.....</i>	63
<i>Videonoticias</i>	67



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



ANTECEDENTES

25 de enero de 2013

La crecida del río Saja vuelve a provocar inundaciones en Mazcuerras

La alcaldesa de Cabezón de la Sal también responsabiliza a la Confederación Hidrográfica de los daños causados por las crecidas del río

 El Diario Montañés

La crecida del río Saja vuelve a provocar inundaciones en Mazcuerras

La alcaldesa de Cabezón de la Sal también responsabiliza a la Confederación Hidrográfica de los daños causados por las crecidas del río.

25 ene 2013

La crecida del río Saja volvió a provocar inundaciones en la urbanización Los Geranios, de Villanueva de la Peña, perteneciente al Ayuntamiento de Mazcuerras. Sobre las tres de la madrugada, según informó el alcalde, Francisco Javier Camino Conde, comenzó a entrar agua en los garajes de las casas y los vecinos vieron de nuevo cómo el agua llegaba a alcanzar un metro de altura. Desde entonces, hasta las ocho de la mañana, en que la situación comenzó a encauzarse, todos han vuelto a vivir la misma secuencia del sábado, cuando las fuertes lluvias también provocaron inundaciones en la zona de Villanueva.

Estas inundaciones se producen unas horas antes de que la Consejera de Presidencia, Leticia Díaz, visitara la zona de Ontoria en Cabezón de la Sal, donde el río se desborda cada vez que llueve por la crecida. Estuvo acompañada de la alcaldesa, Esther Merino, quien le explicó que el cauce se ha modificado debido a unas obras y por eso se inunda la zona.

En Villanueva de la Peña, alcalde y vecinos afectados improvisaron durante la noche escolleras para evitar la entrada del agua en las casas y "una vecina dejó que desviáramos el agua a su jardín". Así, con la ayuda del 112 y sacos de arena "hemos ido sacando el agua", explicó el regidor. Otra vez se volvió a ver a los vecinos con la escoba desesperados intentando sacar el agua de sus bajos. "Estoy rezando para que no vuelva a pasar", decía desesperado ayer el alcalde al medio día.

Leer más: <https://www.eldiariomontanes.es/20130124/local/occidental-liebana/crecida-saja-vuelve-provocar-201301241624.html>

(c) El Diario Montañés



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo I. Noticias



23 de enero de 2019

El Saja se desborda en Villanueva de la Peña afectando a multitud de viviendas



El río Saja se ha desbordado en la localidad de Villanueva de la Peña y ha afectado a multitud de viviendas, obligando a la evacuación de una persona, en una jornada marcada por cortes en el suministro eléctrico, inundaciones, desprendimientos y argayos, entre otras incidencias, debido a la intensa lluvia.

Según ha informado el servicio de emergencias 112 del Gobierno de Cantabria, en la zona afectada por el desbordamiento del río se encuentran bomberos del parque del Valdáliga, apoyados por voluntarios de Protección Civil de Cabezón de la Sal y Mazcuerras, que están valorando la evolución de la situación y las necesidades de los vecinos.

Precisamente, la situación que más preocupa en estos momentos es la evolución del caudal de los ríos. Técnicos de la Dirección General de Protección Civil del Ejecutivo y personal del 112 están realizando un seguimiento intensivo de la evolución de aquellos que presentan caudales elevados, especialmente el Deva a su paso por Molleda; el Saja en Cabezón de la Sal y Virgen de la Peña; el Besaya en Los Corrales de Buelna; el Pas en Corvera de Toranzo, Piélagos y Bezana, y el Asón en Ramales de la Victoria y Ampuero.

Del mismo modo, han sido provocados por las intensas lluvias el argayo que ha cortado el cruce entre la CA-280 que discurre hacia Bárcena Mayor y la CA-817 que une Cabezón de la Sal y Reinosa. Se ha habilitado un paso a ambas vías en la misma zona del desprendimiento...

Leer más: <https://www.europapress.es/cantabria/noticia-saja-desborda-villanueva-pena-afectando-multitud-viviendas-20190123211713.html>

(c) Europa Press



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



10 de septiembre de 2019

Las fuertes lluvias desbordan el Saja a su paso por Cabuérniga

El 112 coordina 46 incidencias por agua y viento.



Las fuertes lluvias caídas hoy martes en Cantabria han desbordado parcialmente el río Saja, según ha informado el 112 Cantabria, que en el caso de las incidencias por lluvia ha destacado precisamente las crecidas de los ríos Saja y Nansa. El Saja se ha desbordado parcialmente en las localidades de Sopena (Cabuérniga) y Mazcuerras, siendo necesario el achique por parte de los bomberos en alguna de las viviendas. El

Nansa no se ha desbordado, pero el 112 ha realizado también un seguimiento. También se mantiene la situación de vigilancia de los ríos Miera en La Cabada y Escudo en Roiz por parte de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, y es que el río Escudo está en este momento próximo al nivel de prealerta, ha informado el 112.

El 112 ha recibido entre las 07:00 y las 19:00 horas de hoy 123 llamadas relacionadas con los fenómenos meteorológicos adversos que azotan Cantabria. Estos avisos han derivado en la coordinación de 46 incidencias. De las 123 llamadas, 45 han generado salidas de los equipos de emergencias para intervenciones relacionadas con la lluvia, mientras que una ha estado provocada por el viento. Todos los avisos han sido de poca relevancia y no han causado ningún daño en personas. En el caso de la incidencia por viento, ha sido un árbol que ha caído sobre un poste de tendido telefónico en Ojedo (Cillorigo de Liébana).

La mayoría de las incidencias han estado relacionadas con árboles caídos en distintos municipios, cables de luz desprendidos, partes de un muro desparramado o cartel con riesgo de caída. Además, se han producido unos argayos que han generado el corte de la calzada en la CA-182 en el punto kilométrico 6 en el Valle de Cabuérniga-Puentenansa. Finalmente, ha sido restablecido al tráfico al haber un paso alternativo con un carril limpio.

Leer más: <https://eldiariocantabria.publico.es/articulo/cantabria/el-saja-desbordado/20190910200151064661.html>

(c) El Diario Cantabria



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



ACTUACIONES PREVIAS

9 de septiembre de 2013

MARE finaliza obras preventivas de inundaciones en el municipio

La empresa regional MARE ha finalizado nuevas obras preventivas de inundaciones en Cabezón de la Sal, desarrolladas a lo largo del pasado agosto y que complementan a las que continúa realizando la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC).

Así lo ha anunciado este lunes en un comunicado el Ayuntamiento, que ha precisado que estas obras realizadas por MARE en las localidades de Santibáñez, Carrejo y en el barrio de Barrecabras en Cabezón de la Sal, capital del municipio del mismo nombre, resuelven un "grave problema" que se producía en la zona en época de lluvias.

Para ello, se ha procedido a la recuperación de un aliviadero de aguas hacia el río en Santibáñez, añadiendo nuevas canalizaciones de mayor capacidad, mientras que en la zona del barrio de Barrecabras de Cabezón se ha realizado una renovación parcial del saneamiento.

Con estos trabajos se ha conseguido una reducción del caudal de entrada a la red de saneamiento del 20 por ciento con respecto a años anteriores, con lo cual se evitará la saturación de la red en dichos tramos y por tanto minimizando posibles episodios de inundaciones.

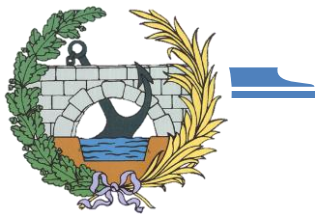
La alcaldesa, Esther Merino (PP), y el concejal de Contratación y Servicios, José Luis González Conchas, encargado de supervisar los trabajos, han expresado su "satisfacción" por "una solución integral a un problema de que se daba en toda esta zona" y que, según han destacado, era "muy demandado" por los vecinos de la zona.

Asimismo, el edil ha subrayado el "buen entendimiento" entre Administraciones para atajar un problema que necesitaba de la colaboración de organismos de índole nacional (Confederación), regional (Gobierno de Cantabria) y municipal (Ayuntamiento).

Por su parte, la Confederación sigue trabajando este mes en otras zonas del municipio en labores preventivas en otras zonas del municipio, como la zona del Puente Santa Lucía, Ontoria y Casar de Periedo.

Leer más: <https://www.europapress.es/cantabria/canabria-sostenible-00437/noticia-cabezon-sal-mare-finaliza-obras-preventivas-inundaciones-municipio-20130909183634.html>

(c) Europa Press



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



Fecha de construcción: 2017

**Reparación de margen derecha y actuación del entorno
del río Saja entre Ontoria y Villanueva de la Peña
(Cabezón de la Sal y Mazcuerras)**

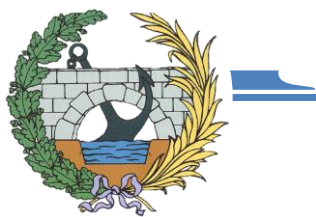


Reparación y estabilización de la margen derecha del río Saja y reabrir un antiguo brazo del río Saja, recuperando el tramo de senda fluvial arrasado, revegetar el entorno y mejorar el estado fitosanitario de la vegetación de ribera en la zona mediante su clareo, entresaca y retirada de arrastres y vegetación muerta, siguiendo criterios de funcionalidad y de integración ambiental, adoptando una sección tipo en la margen que combina la ejecución de escollera de protección con técnicas naturales de revegetación en coronación de talud.

Con la reapertura del antiguo brazo del río Saja, la retirada de la isla de acarreo y la entresaca se recuperó parcialmente la configuración trenzada de este tramo de cauce, redundando en un mejor reparto de caudales a lo ancho del mismo y un menor impacto directo sobre la margen.

Leer más: <https://siecsa.com/projects/repuracion-margen-derecha-actuacion-del-entorno-del-rio-saja-ontoria-villanueva-la-pena-cabazon-la-sal-mazcuerras/>





“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo I. Noticias



26 de octubre de 2020

Confederación restaura la campa de Santa Lucía

La ribera del río Saja quedó seriamente dañada en este punto tras las inundaciones del pasado año



La Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) está llevando a cabo los trabajos de mejora de la ribera del río Saja en el entorno del puente Santa Lucía, en la margen perteneciente al municipio de Cabezón de la Sal, donde las avenidas han deteriorado el muro de defensa de una zona recreativa en unos 130 metros de longitud.

Con esta actuación, que cuenta con un presupuesto estimado de 40.000 euros, se mejorará la zona de contacto entre el área de uso público y el río renaturalizando la ribera mediante una protección más adecuada de escollera y plantación de especies propias del ámbito fluvial. Además, se incluye el tratamiento de la vegetación invasora en ese tramo de río y labores retirada del arbolado que se presente caído, muerto en pie o con riesgo de caída.

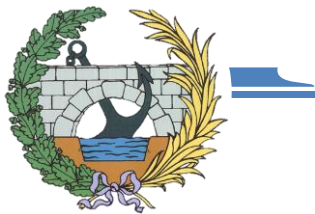
Se ha previsto la ejecución de la actuación evitando la entrada de la maquinaria al cauce, de forma que se minimicen los enturbiamientos y los daños a la fauna.

Programa de mantenimiento y conservación

Estas actuaciones se realizan a través de la empresa pública Tragsa dentro del Programa de mantenimiento y conservación de cauces que está ejecutando la Confederación en la comunidad autónoma de Cantabria, fundamentalmente fuera de las zonas urbanas en las que estas labores son competencia de los ayuntamientos. En el año 2019 la inversión realizada en trabajos de conservación y mantenimiento de cauces en Cantabria fue de 1,7 millones de euros, repartida en 70 actuaciones en más de 30 municipios.

Leer más: <https://www.eldiariomontanes.es/region/occidental/confederacion-restaura-campa-20201021131258-nt.html>

(c) El Diario Montañés



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



28 de octubre de 2020

Confederación restaura la cuenca del Saja en Ontoria

El tramo medio del río arrastra gran cantidad de material como consecuencia de las inundaciones del pasado año

La Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) está llevando a cabo labores de conservación y mantenimiento del río Saja en la pedanía de Ontoria, Cabezón de la Sal. Los trabajos consisten en la eliminación de la gran cantidad de material que se había depositado en la zona como consecuencia de las inundaciones que tuvieron lugar hace más de un año. «Como consecuencia de esta acumulación se había producido una importante erosión de la margen izquierda del cauce, provocando la apertura de un antiguo brazo del río, cuya conservación es prioritaria», han explicado desde la Confederación a través de una nota de prensa.

La actuación, que cuenta con un presupuesto estimado **de 65.000 euros**, consiste en recuperar la sección del Saja y regular el funcionamiento del brazo del cauce en aguas altas, «recolocando los áridos acumulados hacia ambas márgenes, de tal manera que mejore la capacidad de desagüe y se proteja la orilla de la erosión».

Leer más: <https://www.eldiariomontanes.es/region/occidental/confederacion-restaura-cuenca-20201028170156-nt.html>

(c) El Diario Montañés



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo I. Noticias

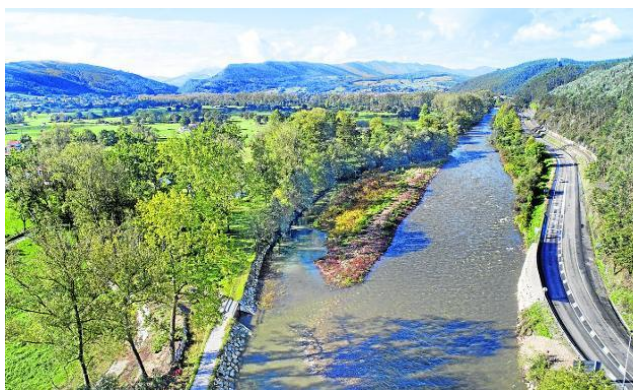


FUTURAS ACTUACIONES

25 de octubre de 2020

Proyecto a tres bandas para restaurar la ribera del Saja

Trabajo conjunto. Confederación Hidrográfica, Gobierno de Cantabria y los ayuntamientos de Cabezón y Mazcuerras se unen para proteger a los vecinos de las inundaciones y restaurar la senda fluvial en torno al río



El rastro que deja el Saja cuando se desborda y arrasa con todo lo que encuentra a su paso es como un lamento de aquel al que le han arrebatado la tierra. Seis kilómetros de río separan el puente de Santa Lucía y el de Villanueva de la Peña, en Cabezón de la Sal y Mazcuerras respectivamente. En este punto, según informan los expertos, «el Saja

presenta una amplia llanura de inundación que se ha visto sucesivamente estrechada por intervenciones diversas a lo largo de la historia, de forma que ha ido perdiendo laminación y resiliencia frente a fenómenos atmosféricos adversos». Por eso el río inunda las casas que se asientan a su vera cada vez que aumenta el cauce como consecuencia de las fuertes lluvias. Reclama lo que le pertenece. Una especie de justicia poética con consecuencias devastadoras que mantiene en vilo a los vecinos cuando la lluvia reclama protagonismo.

La desmedida virulencia del río en la última década, en que se han llegado a producir hasta cuatro inundaciones con cuantiosos daños materiales, ha despertado la alarma entre los vecinos de los municipios afectados y ha hecho reaccionar a las autoridades competentes. La Consejería de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria, la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) y los ayuntamientos de Cabezón de la Sal y Mazcuerras trabajan conjuntamente para acometer las actuaciones con las que proteger los núcleos poblacionales cuando se produzcan las avenidas del Saja. Paralelamente, se llevará a cabo la recuperación medioambiental del río entre Santa Lucía y Mazcuerras.

La inversión ronda los ocho millones de euros y se trata, probablemente, del proyecto de mayor envergadura que se ha puesto en marcha en la zona, en proporción a las inundaciones que tuvieron lugar en enero del año pasado y que obligaron a evacuar a varios vecinos de Villanueva. Aunque las Administraciones se han unido para tratar de una vez por todas de solucionar un problema que ha despertado una oleada de protestas –el año pasado se llegaron a manifestar más de quinientos vecinos–, cada



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo I. Noticias



institución se ocupará de realizar una parte del proyecto dentro del ámbito de sus competencias.

El plan se basa en un documento inicial que redactó la propia Confederación, en torno al cual se han ido vertebrando las diversas actuaciones que se van a ejecutar. El objetivo es «conciliar la protección frente a las inundaciones con la preservación y mejora de los hábitats fluviales asociados», informan desde ambas Administraciones.

Obras Públicas abordará «las actuaciones de defensa localizadas en los tramos urbanos y la puesta a disposición de los terrenos particulares necesarios», lo que supondrá una inversión de 1,2 millones de euros. Los ayuntamientos de Cabezón y Mazcuerras también cederán las fincas públicas –y particulares– que sean pertinentes. Los trabajos de Confederación se centrarán en la recuperación medioambiental del río y ascienden a 6.800.000 euros. La labor de las diferentes Administraciones pone de manifiesto, al menos sobre el papel, que en la política no siempre se politizan los temas esenciales para el ciudadano. Este proyecto a tres bandas es un buen ejemplo de ello hasta que no se demuestre lo contrario.

Motas y hábitats

La Consejería ejecutará infraestructuras verdes tipo mota (linde de tierra con el que se detiene el agua), con taludes tendidos y revegetados. Con estas construcciones se protegerán la pedanía de Carrejo-Santibáñez y el núcleo de Cabezón de la Sal. En Ontoria, este tipo de estructuras se instalarán tanto en la zona baja y el entorno del apeadero, para protegerla de las posibles avenidas del arroyo conocido como Las Navas, como en el Minchón, que suele verse afectado por las crecidas del río Saja. En Mazcuerras, por otro lado, la mota se construirá en torno al pueblo de Villanueva de la Peña, que siempre sale muy mal parado de las inundaciones, y en el núcleo de Cos. El objetivo es que esta especie de montículos sirvan para frenar la fuerza con la que el río Saja irrumpe en los pueblos de la comarca, dejando un evidente rastro de desolación.

Por su parte, el proyecto que ejecutará la Confederación y que se desarrollará con fondos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, consistirá «en la restauración y mejora de los hábitats fluviales asociados al río Saja». La institución hidráulica actuará en el tramo medio del río, entre los puentes de Santa Lucía y Virgen de la Peña. También levantará una mota de protección en el margen izquierdo del Saja en Cabezón de la Sal. Con estas actuaciones, informaron desde la CHC, se plantean «recuperar cauces secundarios; favorecer la continuidad longitudinal y transversal del cauce; realizar tratamientos de silvicultura y acondicionamiento de la vegetación existente; controlar la extensión de especies vegetales alóctonas de carácter invasor, y recuperar y proteger la vegetación autóctona de ribera». Se incluyen, también, trabajos dirigidos a naturalizar el encauzamiento mediante el empleo de técnicas de bioingeniería. El fin no es por tanto solamente evitar las inundaciones actuando sobre el río, sino de algún modo, potenciar el atractivo del entorno y su conservación como medio natural de gran valor. En base a este principio, la Confederación planea



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo I. Noticias



acondicionar las sendas que se ubican junto al cauce y crear nuevos tramos para sacar rendimiento al paisaje fluvial en su totalidad, de forma, eso sí, que sea compatible con su conservación a largo plazo.

El resultado, si se lleva a cabo según lo estipulado, parece prometedor de cara a evitar las dramáticas inundaciones que se producen con cada vez mayor frecuencia en los pueblos de esta comarca del Saja. Pero también despierta buenas expectativas en lo relacionado con la empoderación de un área fluvial que no siempre ha sido cuidado con la atención que exigen este tipo de espacios.

En cuanto a los plazos, «los compromisos que asumirán estas Administraciones se materializarán en un convenio cuya tramitación se iniciará en las próximas semanas, con el objetivo de poder licitar las obras el próximo año, una vez sean incluidas en sus respectivos presupuestos», informaron desde ambas entidades. «Creemos que con esta iniciativa conjunta se da una solución a todos los núcleos urbanos que han sufrido las consecuencias de las inundaciones», explicó ayer el consejero de Obras Públicas, José Luis Gochicoa. «De esta forma nos aseguramos de que en aquellos lugares donde hay viviendas o existe actividad económica no se tengan que lamentar daños cada vez que tiene lugar un suceso de este tipo».

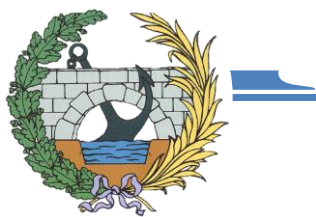
Actuaciones de limpieza

Preguntado sobre qué solución inmediata se ofrece a las familias que con la llegada del otoño comienzan a mirar al río con temor, Gochicoa aludió a «las labores de limpieza que ha venido desarrollando la Confederación en los últimos meses». «Han eliminado el material que se había depositado en el río y que impedía que el agua siguiera su cauce», concretó. Todas estas actuaciones de emergencia ejecutadas por la CHC han hecho que la situación de los ríos hoy en día diste bastante de la de hace un año. «Esto no significa que las situaciones extraordinarias de inundación como consecuencia de las fuertes lluvias puedan volver a darse, por eso tenemos que poner todos los medios a nuestro alcance».

El titular de Obras Públicas remarcó que, aunque ahora la perspectiva es mejor, «tenemos que luchar porque en los próximos cien años no vuelva a producirse este problema». Gochicoa adelantó que su Consejería solicitará que la parte del proyecto que le corresponde se sufrague «con fondos europeos». Al fin y al cabo, se trata de proteger el ecosistema y la vida de las personas. El proyecto está en marcha. Con la llegada del invierno y de las lluvias se pondrá de manifiesto la efectividad de las medidas ejecutadas hasta el momento.

Leer: <https://www.eldiariomontanes.es/region/occidental/proyecto-tres-bandas-20201025175750-ntvo.html>

(c) El Diario Montañés



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



3 de febrero de 2021

Las obras de prevención de inundaciones en el bajo Saja se iniciarán este verano

El Gobierno, los ayuntamientos y la Confederación Hidrográfica, que se han reunido hoy, ha acordado iniciar los trámites, aunque no se haya firmado aún el convenio

El Gobierno, la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) y ayuntamientos del bajo Saja han decidido iniciar las obras de prevención de inundaciones este verano.

Lo ha informado el Ejecutivo en un comunicado, en el que ha explicado que ha acordado hoy con la CHC distribuir los proyectos a realizar en el Saja para la prevención de inundaciones sin necesidad de esperar a la firma del convenio entre administraciones, que podrá desarrollarse si resultase necesario con posterioridad.

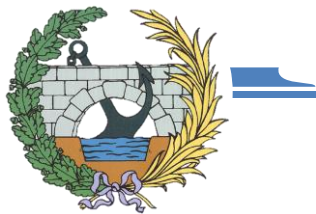
Así se lo ha trasladado el consejero de Obras Públicas, Ordenación del Territorio y Urbanismo, José Luis Gochicoa, a los alcaldes de la zona, con el objetivo de iniciar la recuperación ambiental del río, así como en la prevención de inundaciones en esa zona este mismo verano.

Para el consejero, la reunión ha sido «muy positiva» dado el consenso entre todas las administraciones para no esperar a la firma del convenio y permitir ejecutar las obras cuanto antes, dado que tanto el Gobierno de Cantabria como la CHC disponen en sus presupuestos de los fondos para ir abordándolas y los ayuntamientos afectados cuentan con los terrenos públicos necesarios para los trabajos.

Por ello, Gochicoa ha detallado que el acuerdo concreto es exponer los proyectos a información pública a efectos expropiatorios, previsiblemente la próxima semana, para dar continuidad al resto de trámites administrativos que permitan ejecutar una parte «importante» del proyecto global este mismo verano, antes de que llegue la temporada invernal, de cara a disminuir los riesgos «lo máximo posible» y eliminar un problema «histórico y frecuente». Además, se mostrado optimista de cara a la finalización total de los trabajos en 2022.

Leer más: <https://www.eldiariomontanes.es/region/occidental/obras-prevencion-inundaciones-20210203173631-nt.html>

(c) El Diario Montañés



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo I. Noticias**



VIDEONOTICIAS

24 de enero de 2019

Lluvias torrenciales en Cabezón de la Sal

Diario Alerta

<https://www.youtube.com/watch?v=Gf7iHXY7xu0>

Último acceso: 7 de junio de 2021

28 de enero de 2019

Las peores inundaciones que se recuerdan en Cantabria

El Diario Montañés

<https://www.youtube.com/watch?v=DJiMFynE9zY>

Último acceso: 8 de junio de 2021

6 de febrero de 2019

Cabezón de la Sal trata de sobreponerse a los daños de las riadas

El Diario Montañés

<https://www.youtube.com/watch?v=lcQoYShtV8Y>

Último acceso: 7 de junio de 2021

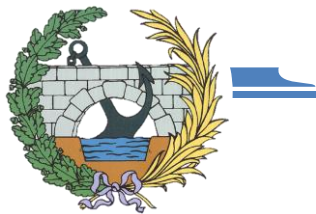
23 de octubre de 2019

Inundaciones en Cantabria

Javier Rosendo fotógrafo

<https://www.youtube.com/watch?v=otX4WS3jMbk>

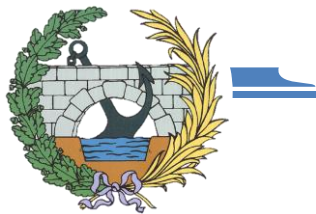
Último acceso: 7 de junio de 2021



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



ANEJO II
FOTOGRAFÍAS



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Tramo arroyo de San Ciprián. Carrejo – Ontoria

1. Arroyo de San Ciprián a su paso por Carrejo (perfil 2)
2. Paso de carretera en Carrejo, paramento aguas arriba (perfil 3)
3. Vista desde el paso de carretera de Carrejo
4. Paramento aguas arriba paso ferrocarril en zona sur de Cabezón (perfil 8)
5. Vista tramo entre perfiles 10 y 11, desde aguas abajo
6. Paso de carretera en Cabezón sur, paramento aguas arriba (perfil 11)
7. Vista del arroyo hacia aguas abajo desde el paso de carretera
8. Inicio tramo 1 de soterramiento, molino de La Cabroja (perfil 15)
9. Final tramo 1 de soterramiento, vista desde aguas abajo (perfil 17)
10. Vista canalización arroyo a su paso por Cabezón entre perfiles 17 y 18
11. Inicio tramo 2 de soterramiento (perfil 18)
12. Final tramo 2 de soterramiento (perfil 20)
13. Vista desde el perfil 20 a la Textil Santanderina (perfil 21)
14. Perfil 22 desde aguas arriba (depuradora Textil Santanderina)

Tramo río Saja. Hoz de Santa Lucía – Ontoria

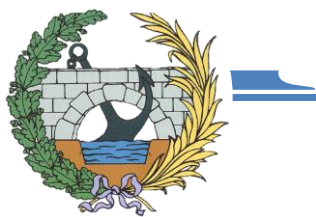
15. Hoz de Santa Lucía (perfiles 27 a 29), vista desde aguas abajo
16. Paramento aguas arriba del Puente de Santa Lucía (perfil 30)
17. Vista hacia aguas abajo del río Saja y campa de Sta. Lucía desde el puente
18. Reconstrucción muro campa Sta. Lucía
19. Azudes aguas arriba pasarela Vernejo-Mazcuerras
20. Pasarela Vernejo-Mazcuerras desde aguas arriba, y perfil 39
21. Río Saja a su paso por Ontoria (perfil 44), desde aguas abajo
22. Río Saja a su paso por Ontoria (perfil 45), desde aguas abajo
23. Unión río Saja con arroyo de San Ciprián (perfil 46) desde aguas arriba

Tramo río Saja. Ontoria – Virgen de la Peña

24. Unión Saja-San Ciprián desde aguas abajo
25. Mota de defensa de la margen del río Saja aguas arriba de Virgen de la Peña
26. Progreso nuevo puente de Virgen de la Peña
27. Paramento aguas arriba actual puente de Virgen de la Peña (perfil 53)
28. Vista aguas abajo desde el actual puente de Virgen de la Peña

Edificios de interés

29. Palacio de Ygareda. Museo de la Naturaleza de Cantabria
30. Molino de Carrejo
31. Residencia de ancianos Sagrada Familia de Carrejo
32. Molino de la Cabroja en Cabezón de la Sal
33. Molino de Villanueva de la Peña
34. Torre de Hoyos en Villanueva de la Peña
35. Ermita Virgen de la Peña



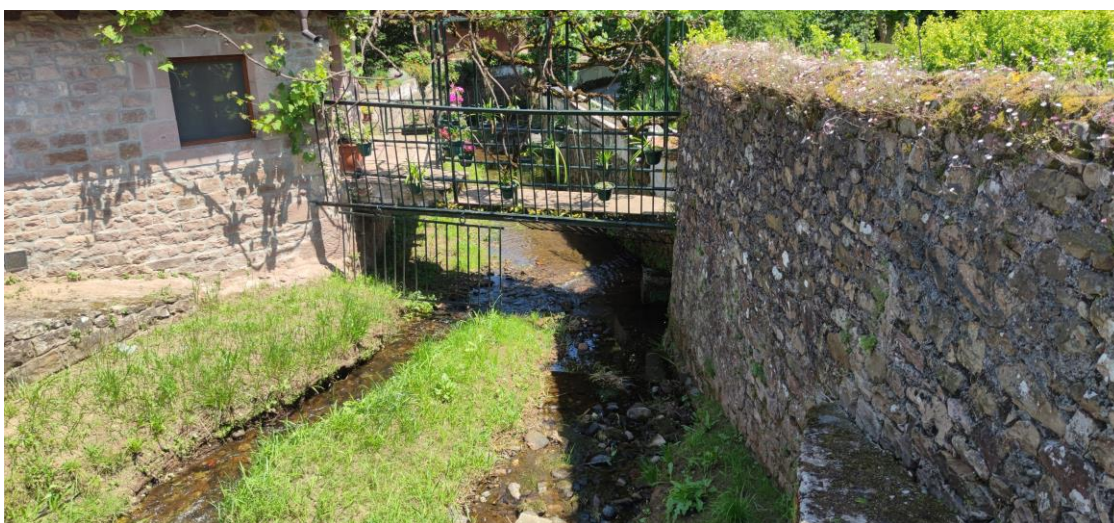
**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



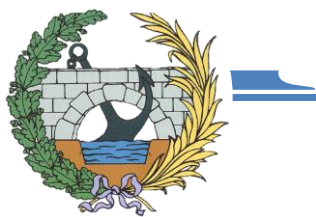
1.Arroyo de San Ciprián a su paso por Carrejo (perfil 2)



2.Paso de carretera en Carrejo, paramento aguas arriba (perfil 3)



3.Vista desde el paso de carretera de Carrejo



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



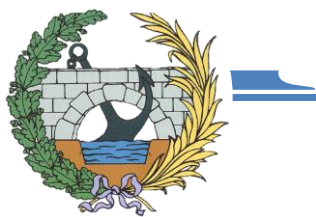
4.Paramento aguas arriba paso ferrocarril en zona sur de Cabezón de la Sal (perfil 8)



5.Vista tramo entre perfiles 10 y 11, desde aguas abajo



6.Paso de carretera en Cabezón sur, paramento aguas arriba (perfil 11)



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



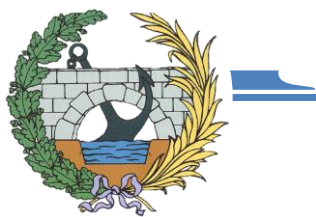
7.Vista del arroyo hacia aguas abajo desde el paso de carretera



8.Inicio tramo 1 de soterramiento, molino de La Cabroja (perfil 15)



9.Final tramo 1 de soterramiento, vista desde aguas abajo (perfil 17)



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



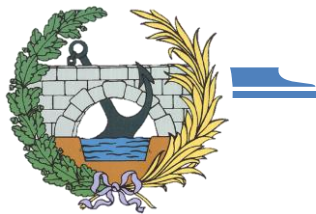
10. Vista canalización del arroyo a su paso por Cabezón entre perfiles 17 y 18



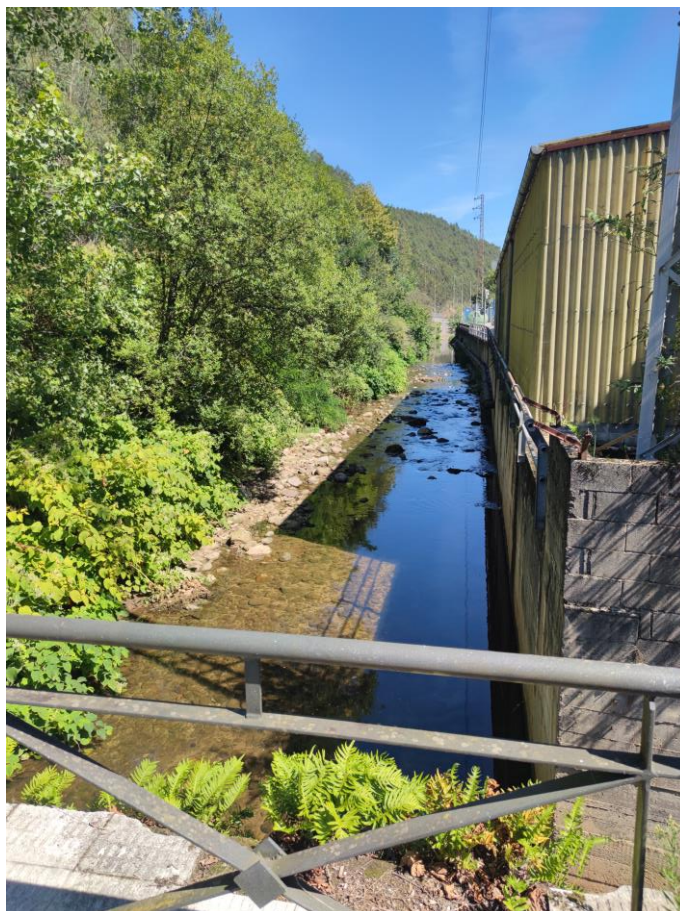
11. Inicio tramo 2 de soterramiento (perfil 18)



12. Final tramo 2 de soterramiento (perfil 20)



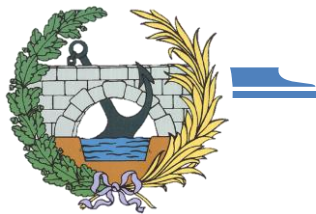
**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



13. Vista desde el perfil 20 a la Textil Santanderina (perfil 21)



14. Perfil 22 desde aguas arriba (depuradora Textil Santanderina)



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



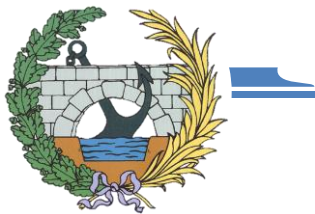
15.Hoz de Santa Lucía (perfiles 27 a 29), vista desde aguas abajo



16.Paramento aguas arriba del Puente de Santa Lucía (perfil 30)



17.Vista hacia aguas abajo del río Saja y campa de Sta.Lucía desde el puente



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



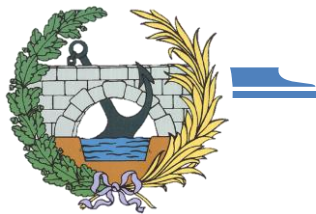
18.Reconstrucción muro campa Sta.Lucía (izquierda 15/07/20 – derecha 10/06/21)



19.Azudes aguas arriba pasarela Vernejo-Mazcuerras



20.Pasarela Vernejo-Mazcuerras desde aguas arriba, y perfil 39



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



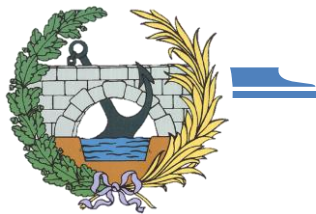
21. Río Saja a su paso por Ontoria (perfil 44), desde aguas abajo



22. Río Saja a su paso por Ontoria (perfil 45), desde aguas abajo



23. Unión río Saja con arroyo de San Ciprián (perfil 46) desde aguas arriba



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



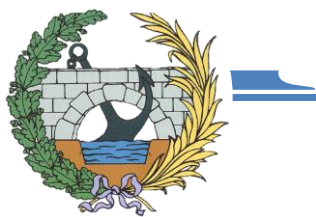
24.Unión Saja-San Ciprián desde aguas abajo



25.Mota de defensa de la margen del río Saja aguas arriba de Virgen de la Peña



26.Progreso nuevo puente de Virgen de la Peña



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



27.Paramento aguas arriba actual puente de Virgen de la Peña (perfil 53)



28.Vista aguas abajo desde el actual puente de Virgen de la Peña



29.Palacio de Ygareda. Museo de la Naturaleza de Cantabria



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



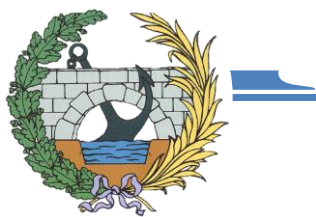
30.Molino de Carrejo



31.Residencia de ancianos Sagrada Familia de Carrejo



32.Molino de La Cabroja en Cabezón de la Sal



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo II. Fotografías**



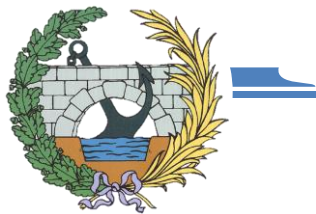
33.Molino de Villanueva de la Peña



34.Torre de Hoyos en Villanueva de la Peña



35.Ermita de Virgen de la Peña



ANEJO III

CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo III. Caracterización topográfica**



ÍNDICE DE CARACTERIZACIÓN TOPOGRÁFICA

Fuentes consideradas

- Vuelo fotogramétrico RPA	84
- Vuelo LIDAR (Light Detection and Ranging)	87
- Modelo Digital del Terreno MDT01	88
- Trabajos de campo	88

Procesado de los datos

- Datos UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	90
- Datos de los trabajos de campo	96

Problemáticas encontradas

- Zonas arboladas	96
- Sección encauzada	96
- Obstrucciones	97

<i>Proceso de fusión realizado</i>	<i>97</i>
--	-----------

<i>Listados de coordenadas y observaciones</i>	<i>99</i>
--	-----------



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica



La fuente cartográfica principal elegida para la caracterización topográfica de la superficie ha sido la realización de un vuelo fotogramétrico “ad hoc” de la zona de interés, obteniéndose un modelo digital de elevaciones de gran resolución, con un tamaño de píxel de 0.25 metros, y precisión, con una tolerancia mejor de 10 cm. Como en toda metodología de captura de información a partir de imágenes, las zonas con obstrucciones, en particular zonas con arbolado o vegetación media, se prevé requieran una importante edición posterior.

No se ha dispuesto de datos batimétricos del lecho húmedo, ni se ha podido capturar los mismos con los medios disponibles.

Es necesario destacar que la delimitación de la zona de trabajo obtenida en los primeros análisis, más amplia de la considerada inicialmente, obligó a complementar el modelo inicial con otras fuentes disponibles, en particular:

- Datos LiDAR, disponibles en el CNIG.
- MDE, con resolución espacial de 1m, su fuente también es el CNIG.

Debido al carácter unidimensional del entorno de análisis hidráulico empleado, se decidió editar y procesar de forma exhaustiva el modelo de superficie generado en las secciones hidráulicas planteadas, combinando los mejores datos disponibles: RPA y vuelo CNIG, generando cada una de forma individual.

Adicionalmente, ha sido precisa la definición geométrica de distintas construcciones en base a observaciones efectuadas con una estación topográfica total.

En particular:

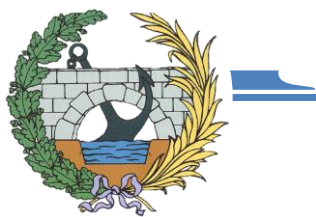
- Observación de las secciones en los puentes existentes
- Caracterización de distintos tramos soterrados, en los que el río discurre canalizado. Esta singularidad se identificó en las visitas a la zona.

A continuación, se procede a describir las fuentes indicadas anteriormente, detallándose los trabajos de edición que se han efectuado hasta conseguir los perfiles requeridos, con la mayor fidelidad posible respecto al terreno existente.

Vuelo fotogramétrico RPA (Sistema de aeronave pilotada a distancia)

El vuelo fotogramétrico se realizó utilizando un RPA con las siguientes características:

Drone	DJI Phantom 4 pro v2
Cámara	RGB, 12 Mpx, focal 3.6 mm, píxel 1.56 micras



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica



La fecha de realización de este fue noviembre del 2017, después de un fuerte episodio de lluvias en la zona. Las limitaciones propias del vuelo, y en particular la de distancia máxima del operador al RPA, así como el importante arbolado existente en la zona de interés, motivaron el planteamiento de 9 vuelos, tanto cenitales como oblicuos, contabilizándose un total de 2887 imágenes.

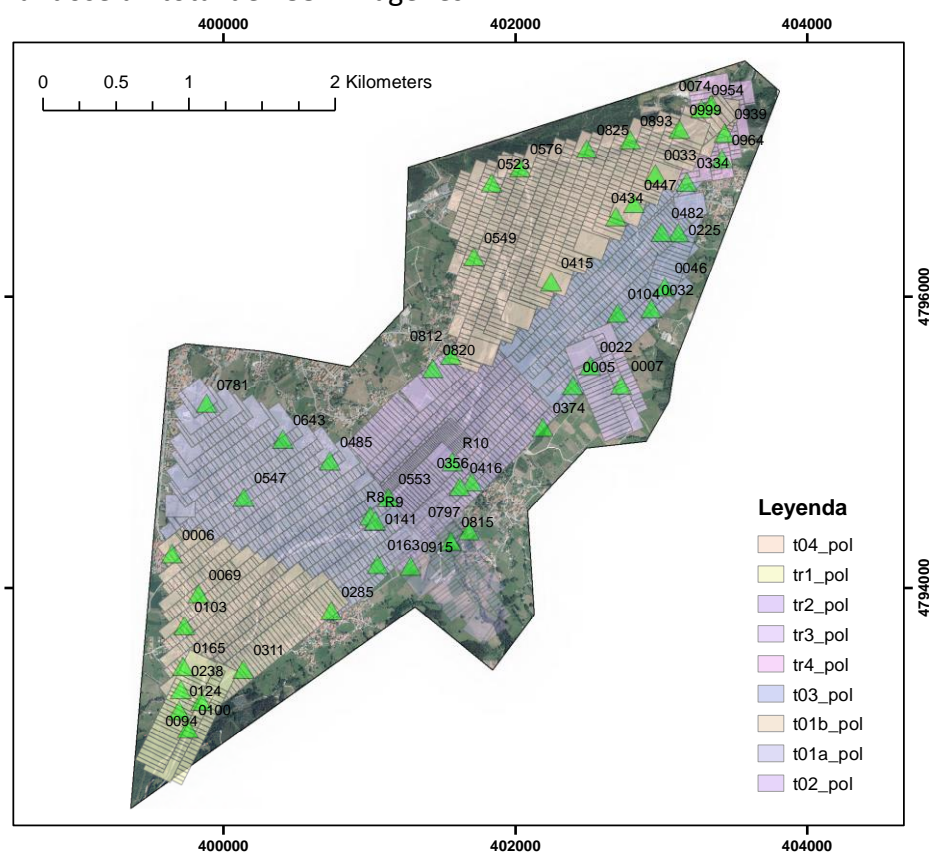


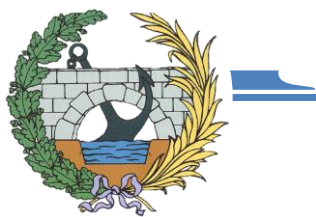
Figura 1. Esquema de los bloques planteados

Las características básicas del diseño del vuelo han sido las siguientes:

- Altura de vuelo. 120 m.
- Recubrimientos: longitudinal 85%, transversal 65%.
- Tamaño del píxel en el terreno (GSD): 5.2 cm

La extensión total recubierta ha sido de 6.8 km². A partir del vuelo efectuado, se han obtenido los siguientes productos digitales:

- **Modelo digital de elevaciones.** Es un documento de tipo ráster, proporcionándose de forma continua la elevación para cada celda, de forma cuadrada, que cubre el área de trabajo. Se ha generado un modelo de elevaciones con una resolución inicial de 0.25 m, que se ha remuestreado de forma pertinente para su fusión con el resto de información cartográfica.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

- **Curvas de nivel.** Es un documento digital, que identifica líneas de la misma altitud para describir el terreno. La equidistancia inicial entre las curvas se ha establecido en 0.25 m. Ha permitido un control del modelo formado muy eficiente.

- **Ortofoto u ortomapa de la zona.** Formado a partir del mosaicado de las imágenes rectificadas para constituir un documento métrico, con escala. Se ha generado con una resolución espacial de 0.25m.

Se observaron un total de 56 puntos de apoyo naturales, con la distribución que se indica en la imagen anterior (triángulos verdes). Se ha empleado metodología GNSS en tiempo real RTK, empleando un receptor Leica Geosystem System 1200 GG, multiconstelación y multifrecuencia, con capacidad de observación tanto en RTK como en postproceso, a partir de datos de referencia procedentes de la red GNSS activa de la CCAA.

A continuación, se muestran algunos de los puntos de apoyo observados.



Figura 2. Punto de apoyo en extremo de marca vial

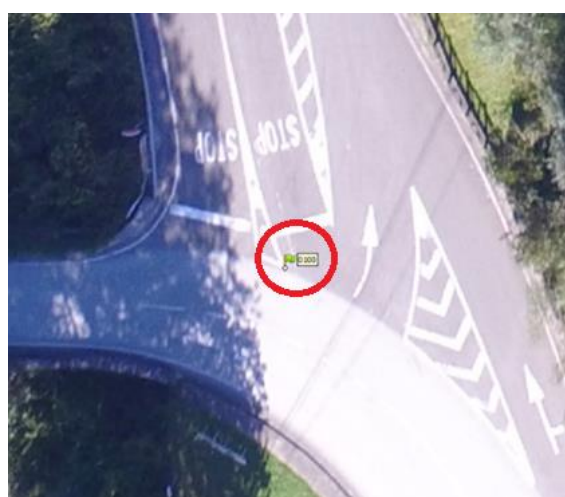


Figura 3. Punto de apoyo en vértice de marca vial



Figura 4. Punto de apoyo en esquina de arqueta



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

El sistema de referencia usado en el proyecto es el habitualmente usado en la cartografía oficial, permitiendo en consecuencia la integración con otras bases cartográficas:

- **Planimetría.** Superficie de referencia ETRS89, sistema de coordenadas usando la proyección UTM, huso 30, hemisferio Norte.
- **Altimetría.** Altitudes referidas al Nivel medio del mar en Alicante (NMMA), no al cero local del Puerto de Santander. El modelo de geoide empleado para la transformación de las observaciones GNSS ha sido el empleado por el IGN, denominado EGM2008-RNAP, por ser el habitualmente usado para trabajos de tipo topográfico - geodésicos.

Vuelo LIDAR (Light Detection and Ranging)

El vuelo se realizó utilizando un láser modelo LMS-Q680i con las siguientes características:

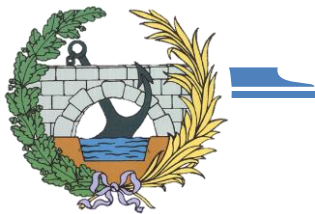
Parameters	
Wavelength	1550 nm
Pulse width	3,00 ns
Beam divergence	0,3 mrad
Beam diameter	6,50 mm
Time base	100 sec
Pulse repetition rate	400000 Hz
Maximum number of pulses per scan within 3.5 mm aperture with 100 mrad acceptance angle	530
Corresponding scan rate	11 Hz
Number of facets of polygon mirror	4
Stationary Test:	
Average power detected through 25 mm aperture with 100 mrad acceptance angle	< 4010,0 mW
Average power detected through 3.5 mm aperture with 100 mrad acceptance angle	< 3010,0 mW
Scanned Operation:	
Average power detected through 3.5 mm aperture with 100 mrad acceptance angle	< 39,50 mW
Calculated pulse energy in 25 mm	10025,0 nJ
Calculated pulse energy in 3.5 mm	7525,0 nJ

Figura 5. Parámetros del láser utilizado en el vuelo LiDAR

La fecha de realización de este vuelo LIDAR fue en marzo de 2012 con el objetivo de la obtención altimétrica en el ámbito del Principado de Asturias este y oeste y Cantabria oeste, realizándose por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Las nubes de puntos obtenidas con dicho vuelo se encuentran en formato LAS en el centro de descargas del CNIG con superficie de 2x2 km de extensión como unidad de descarga y una densidad promedio de 0.5 puntos del primer retorno por metro cuadrado, sin considerar puntos de solape entre pasadas.

Dichos puntos tienen información de color procedente a la ortofoto correspondiente del PNOA-Imagen.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

El sistema de referencia usado es ETRS89 usando la proyección UTM en el huso correspondiente para la planimetría y alturas ortométricas para la altimetría.

Modelo Digital del Terreno MDT01

Otra fuente de datos utilizada es el modelo digital del terreno en las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs), con paso de malla de 1 m.

Es una representación de la superficie del terreno en formato ráster, creada a partir de los datos de altitud del terreno. Obtenido a partir de vuelo Lidar PNOA en las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) de la Directiva 2007/60 de inundaciones.

La fecha de obtención de este modelo en la zona de estudio data de 2013 y al igual que los datos LiDAR su autor es el Centro Nacional de Información Geográfica.

El sistema de referencia usado es ETRS89 usando la proyección UTM en el huso correspondiente para la planimetría y alturas ortométricas para la altimetría.

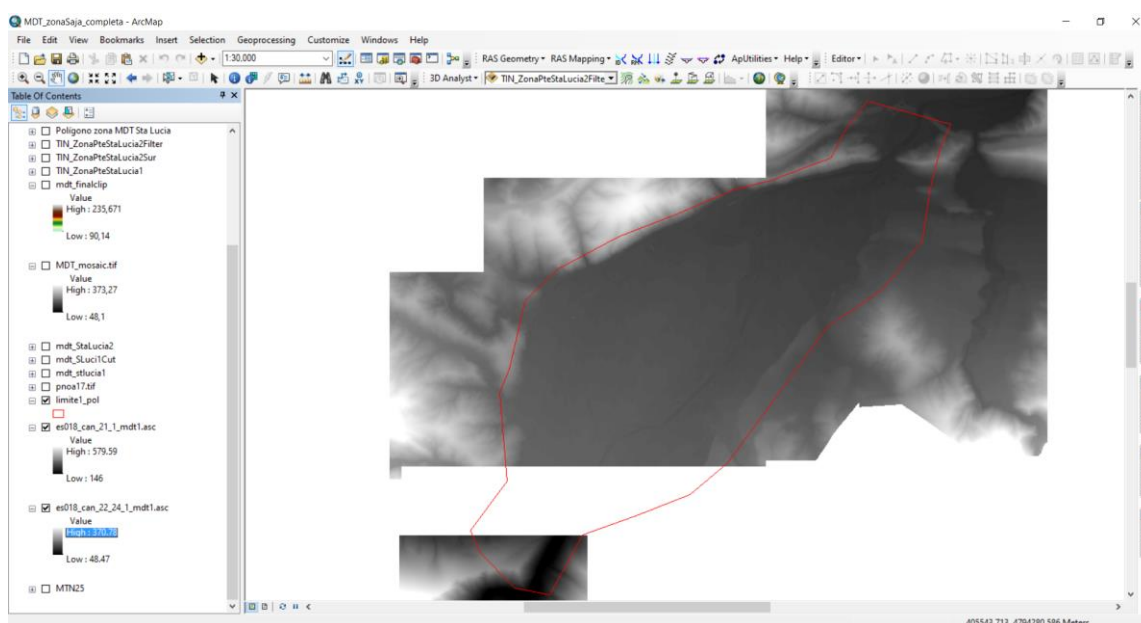
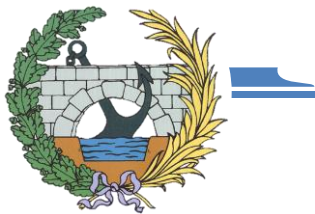


Figura 6. Modelo digital del terreno del CNIG

Trabajos de campo

Como es habitual, ha sido preciso recurrir a la realización de trabajos de campo usando metodologías topográficas convencionales, para complementar el módulo fotogramétrico en zonas en las que no se ha podido obtener los datos precisos. En



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

concreto, se han desarrollado dos tipos de actuaciones diferentes: la delimitación de los tramos soterrados, y la definición de los principales puentes.

Delimitación tramos soterrados

Los encauzamientos que atraviesan Cabezón de la Sal, y por los cuales discurre el arroyo de San Ciprián, no están identificados con precisión en ninguna de las fuentes de datos presentadas anteriormente, por lo que ha sido necesario realizar las siguientes mediciones:

- Situación de los extremos del soterramiento:

Para llevar a cabo la ubicación tanto de entradas como salidas de dichos tramos, tanto en planimetría como en altimetría, se realizaron mediciones mediante GPS en las bocas de ambos tramos.



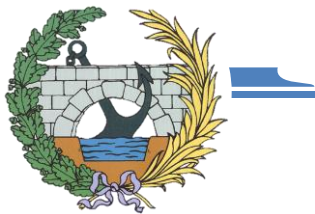
Figura 7. Mediciones en campo con GPS



Figura 8. Distanciómetro utilizado

- Medición del perfil del encauzamiento:

Este trabajo se ha llevado a cabo mediante la toma de datos de la sección transversal en los extremos de los soterramientos con un distanciómetro, para definir con precisión el perfil de estos.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica



El medidor láser utilizado es el que se aprecia en la imagen previa, modelo WDM60 Würth.

Definición de los puentes

A lo largo de ambos cauces se pueden encontrar varios puentes y pasarelas, desde simples tableros biapoyados o pasos del ferrocarril con pequeñas luces, hasta puentes de mayor entidad, con geometrías más complejas y luces de hasta 20 metros.

Ha sido en estos últimos en los que se ha necesitado un trabajo de campo riguroso para definir su geometría. Para ello se ha utilizado tanto un GPS para tomar bases de referencia, como una Estación Topográfica Total modelo Leica T513, con precisión de 5”, mediante la cual, y usando su tecnología de radiación láser e infrarrojo se ha procedido a definir el perfil transversal de los puentes de Santa Lucía y Virgen de la Peña.



Figura 9. Prisma para toma de punto de referencia



Figura 10. Radiación del puente de Santa Lucía

PROCESADO DE LOS DATOS

Datos UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

Para el postproceso de las imágenes, se ha usado software convencional SFM y MVS. En particular, se ha empleado el software Metashape v1.5, de Agisoft.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

Ha constado de las siguientes fases.

1.- Alineación del modelo, o determinación conjunta de la orientación interna y externa.

En esta fase del procesado se ha procedido a determinar tanto los parámetros de la orientación interna de la cámara como los datos de orientación absoluta de las imágenes. Ambos procesos se consideran se han desarrollado de forma satisfactoria.

En primer lugar, se muestran los valores del ajuste de la cámara.

FC300X (3.61 mm)

2887 images, precalibrated

Type Resolution Focal Length Pixel Size
Frame 4000 x 3000 3.61 mm 1.56 x 1.56 μ m

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2
F	2354.81	1.4	1.00	0.32	0.76	-0.56	0.03	0.01	-0.42	0.70	-0.76	0.15	-0.05
Cx	11.8873	0.054		1.00	0.25	-0.22	-0.23	0.00	-0.14	0.23	-0.25	0.33	-0.02
Cy	7.74695	0.072			1.00	-0.30	-0.01	0.01	-0.33	0.54	-0.59	0.11	0.12
B1	-6.39331	0.0061				1.00	-0.01	0.01	0.22	-0.38	0.42	-0.08	0.04
B2	0.260764	0.005					1.00	0.00	-0.02	0.02	-0.03	-0.03	0.00
K1	0.000747618	4.7e-05						1.00	-0.89	0.67	-0.58	0.00	-0.00
K2	-0.0342292	0.00019							1.00	-0.93	0.88	-0.06	0.02
K3	0.0668446	0.00033								1.00	-0.99	0.10	-0.03
K4	-0.0287188	0.00018									1.00	-0.11	0.04
P1	0.00038207	1.9e-06										1.00	-0.02
P2	-0.000115074	1.7e-06											1.00

Figura 11. Valores de ajuste de la cámara

A continuación, se muestran los residuos en los puntos de control usados.

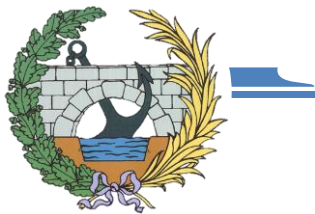
Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
54	0.724964	0.653203	0.113585	0.975831	0.98242

Table 3. Control points RMSE.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
2	11.1717	9.86374	36.7551	14.903	39.6615

Table 4. Check points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

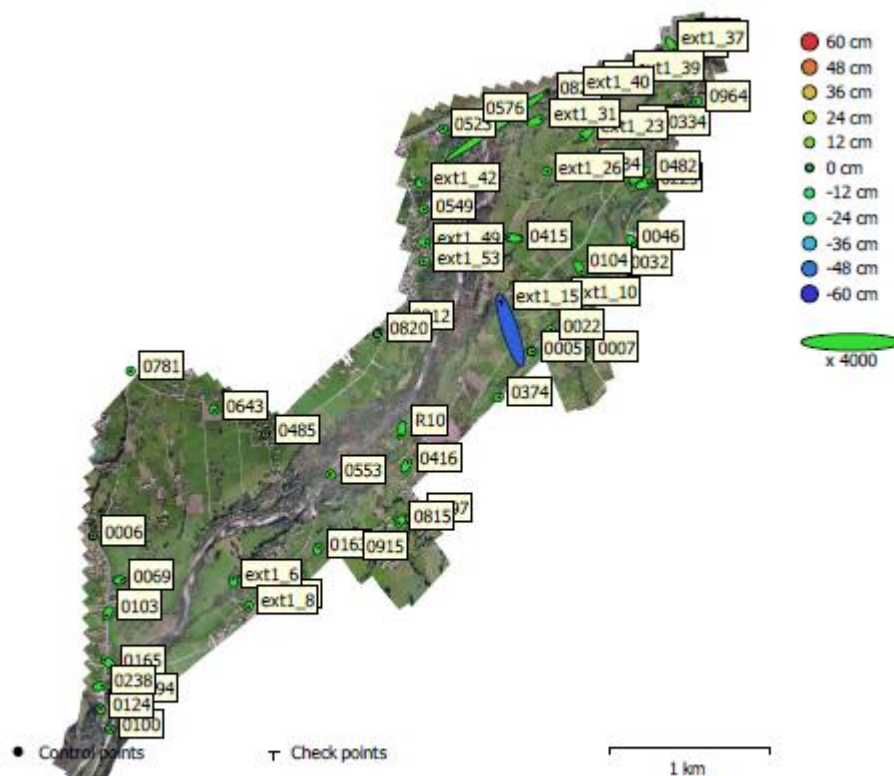


Fig. 3. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.

Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Figura 12. Ubicación y errores de los puntos de control usados

Hay que indicar que el elevado número de bloques que fue preciso ejecutar, con una configuración de apoyo natural complicada al tratarse de una zona muy rural, con muy pocos detalles de la precisión requerida, obligó a emplear la gran mayoría de puntos de apoyo como control.

El control de calidad se efectuó también contrastando las elevaciones del MDE generado, con resultados satisfactorios.

2.- Densificación y clasificación de la nube de puntos.

Una vez formado y orientado el modelo fotogramétrico, se procedió a su densificación, para la formación de una nube de puntos muy densa. Se obtuvieron un total de más de 200 millones de puntos, con una densidad media de 22.5 puntos por m².

Respecto a esta fase, cabe destacar que los resultados en zonas despejadas se consideran muy buenos, con datos que han permitido la formación del modelo de terreno de forma continua y precisa. Sin embargo, y como cabe esperar en una



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica



metodología fotogramétrica, la resolución en las zonas arboladas ha sido pobre, precisándose de edición manual a posteriori, tarea que ha resultado complicada y muy costosa en tiempo. A continuación, se muestran imágenes de la nube de puntos en las que se aprecian con claridad ambas situaciones. En la fila superior, se muestra la nube de puntos coloreada con las imágenes, y en la inferior, los puntos clasificados en las categorías precisas: terreno y no terreno.



Figura 13. Nube de puntos coloreada en zona despejada

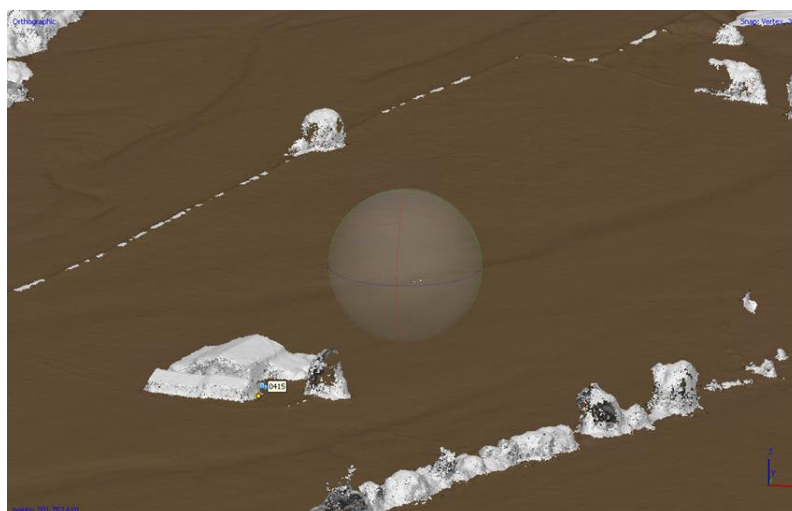


Figura 14. Nube de puntos clasificada en zona despejada



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica



Figura 15. Nube de puntos coloreada de una zona arbolada típica

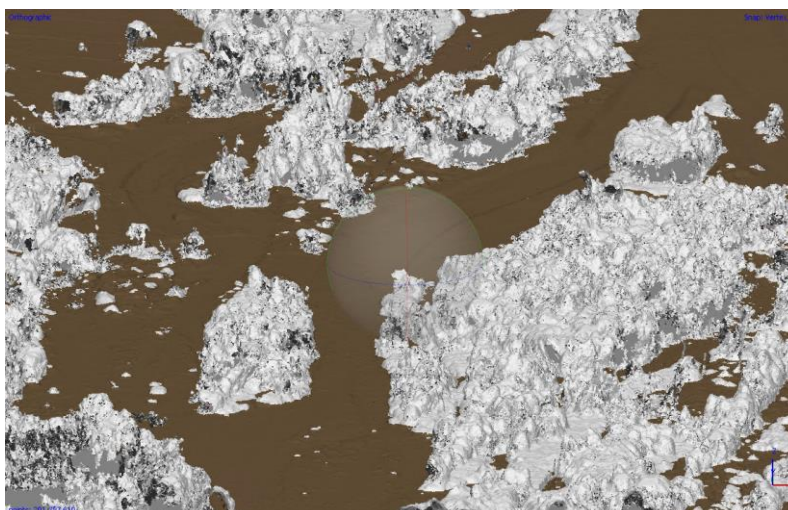
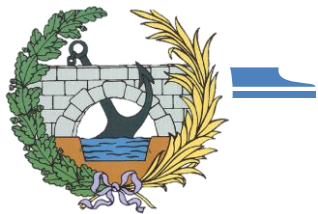


Figura 16. Nube de puntos clasificada de una zona arbolada típica

3.- Obtención de productos cartográficos.

A partir del filtrado de los datos diferenciando entre terreno y no terreno, se puede proceder a crear un modelo digital de elevaciones partiendo del terreno obtenido.

A continuación, se muestra en detalle la zona donde se produce la confluencia del arroyo de San Ciprián con el río Saja tanto del modelo MDE como de la ortofoto procesada, en ambos casos el tamaño de celda es de 0.25m x 0.25m, aunque también se han obtenido ambos modelos con celdas de 1 m².



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo III. Caracterización topográfica**

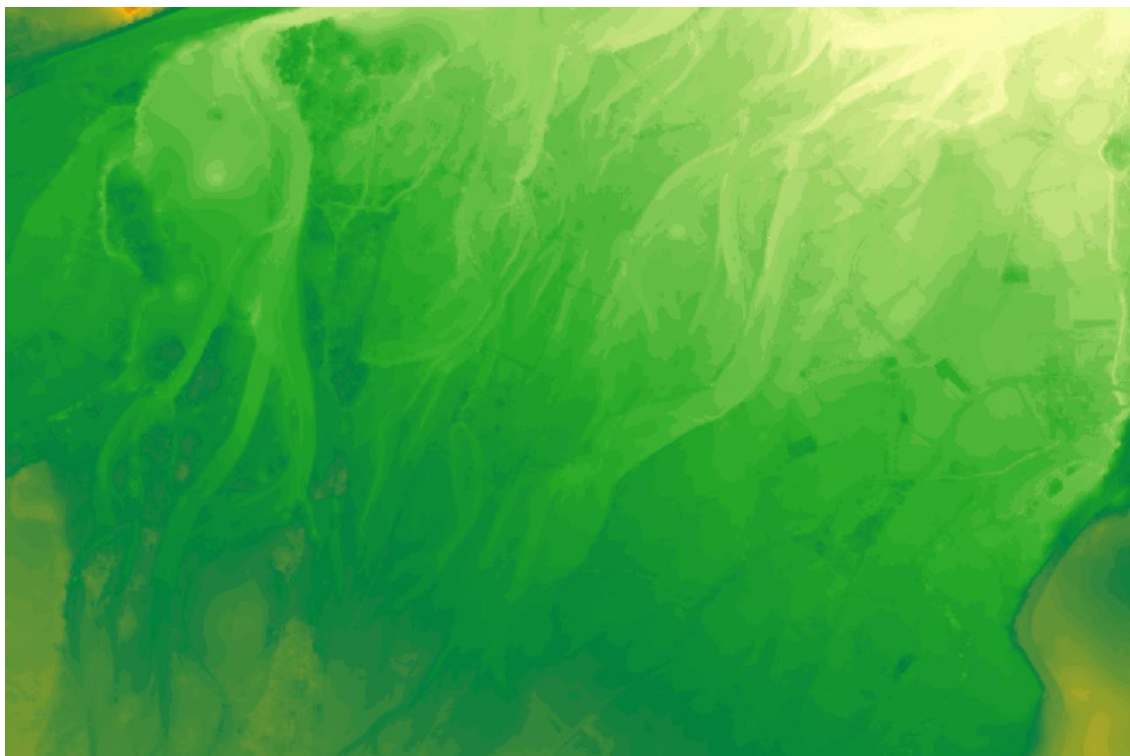


Figura 17. Detalle del MDE con tamaño de celda de 0.25mx0.25m



Figura 18. Detalle de la ortofoto con tamaño de celda de 0.25mx0.25m



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

Datos de los trabajos de campo

Los datos obtenidos en las radiaciones de los puentes han sido procesados con MicroStation para conseguir un esquema de la geometría de los puentes y poder definir las secciones precisas por el software HEC-RAS.

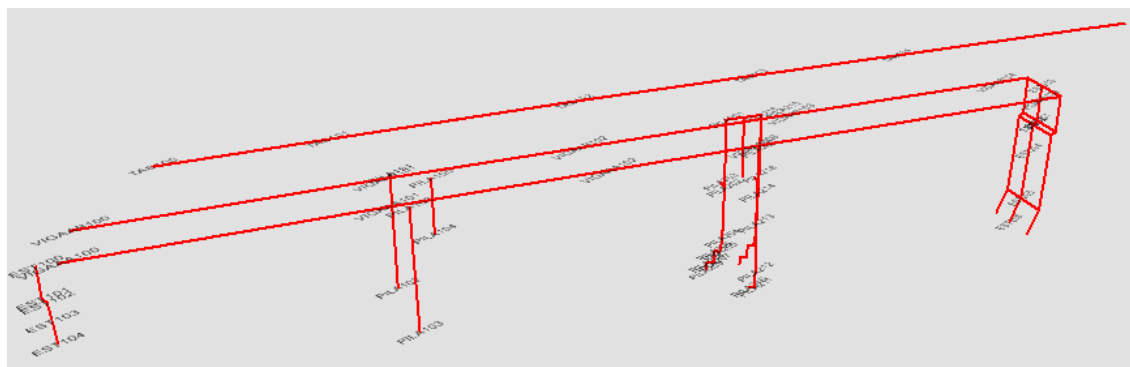


Figura 19. Esquema en MicroStation de los datos de la radiación del puente de Santa Lucía

Al final de este anejo se adjuntan los listados generados tanto de las bases y referencias tomadas como de las radiaciones de los puentes, en orden de aguas arriba a aguas abajo, es decir, primero el puente de Santa Lucía y después el de Virgen de la Peña.

PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS ENCONTRADAS en la edición de la información cartográfica

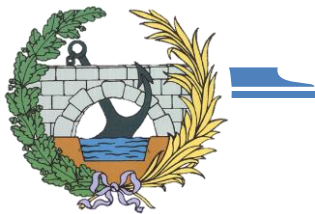
- Zonas arboladas

Como se ha comentado anteriormente, los resultados de los datos obtenidos en las zonas despejadas del terreno han sido muy satisfactorios, pero como es común en el uso de metodologías fotogramétricas con drones, en zonas con vegetación frondosa o arbustos, que se encuentran mayoritariamente en la ribera de los cauces, la nube de puntos que se ha obtenido no define claramente el terreno.

Para resolver este problema ha sido necesario una edición manual de los perfiles obtenidos a partir del modelo de terreno resultante, buscando coherencia en la continuidad de los perfiles y solucionando los diferentes desniveles y saltos bruscos del terreno, así como definiendo de una manera precisa los bordes del cauce.

- Sección encauzada

El arroyo de San Ciprián atraviesa la población de Cabezón de la Sal entre tramos soterrados y tramos encauzados.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

Esto supuso una problemática en la definición de los márgenes y calados del cauce del arroyo, obviamente no son visibles en las imágenes capturadas. Para definir el cauce de forma correcta, se plantearon varias soluciones, optando finalmente por ejecutar trabajos de campo en estos tramos mencionados anteriormente, a partir de los cuales se han introducido los tramos como alcantarillas (“culverts”) en el software HEC-RAS.

- Obstrucciones

Las diferentes obstrucciones a lo largo del cauce tampoco tienen una definición detallada en el modelo, y por ello hay que introducirlas a posteriori en el software HEC-RAS tal y como se ha hecho con los tramos encauzados y como es habitual. La mayoría de estas obstrucciones son puentes de mayor o menor complejidad y se introducen de una manera sencilla mediante puntos a lo largo del perfil transversal de la obstrucción, pudiendo definir por partes el tablero, los estribos y las pilas, tanto constantes como variables.

A continuación, se muestra el resultado para el puente de Virgen de la Peña.

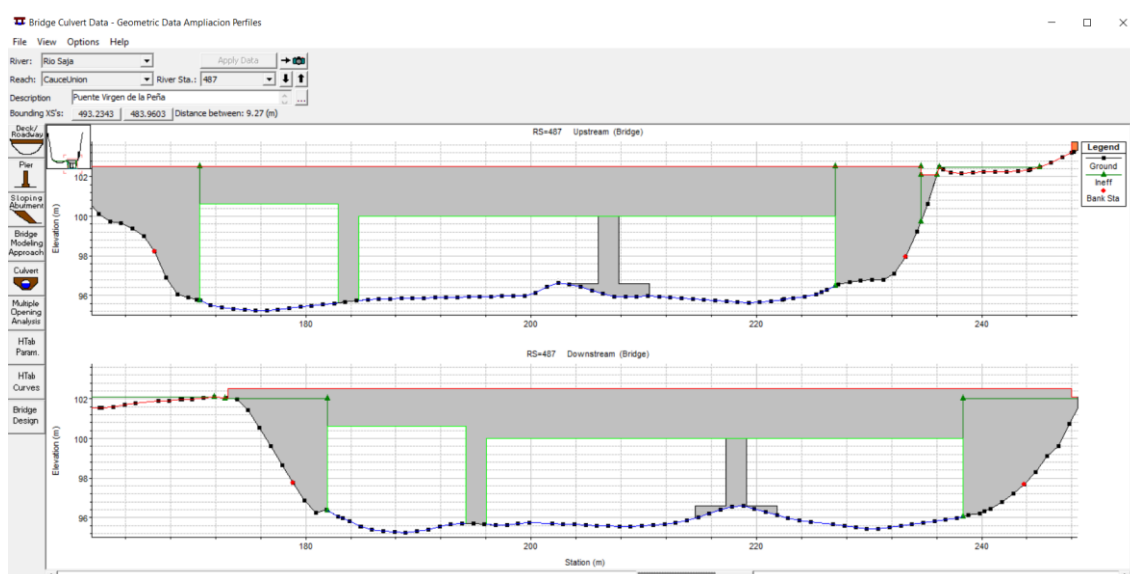


Figura 20. Perfil del Puente de Virgen de la Peña en HEC-RAS

PROCESO DE FUSIÓN REALIZADO entre las distintas superficies

El modelo digital del terreno definitivo, sobre el que se va a ejecutar el estudio de inundación, ha sido realizado fusionando los diferentes datos a disposición presentados al principio de este anejo, estableciendo un orden de preferencia basado en el nivel de detalle y de calidad de dichos datos.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

Dicho orden ha sido el siguiente:

1. Datos UAV. Vuelo fotogramétrico 2017
2. Vuelo LIDAR del CNIG
3. Modelo Digital del Terreno del CNIG

En la imagen adjunta se muestra el MDT del CNIG en una escala de color blanco-negro y el MDT creado a partir de los datos UAV en una escala de color marrón-amarillo-verde, así como el límite de la zona de estudio en color rojo. En la misma se puede observar que el vuelo realizado en 2017 no cubre toda la zona de estudio, si lo hace con el río Saja, pero el arroyo de San Ciprián no queda completamente definido, tanto en su tramo inicial como sobre todo en su paso por Cabezón de la Sal.

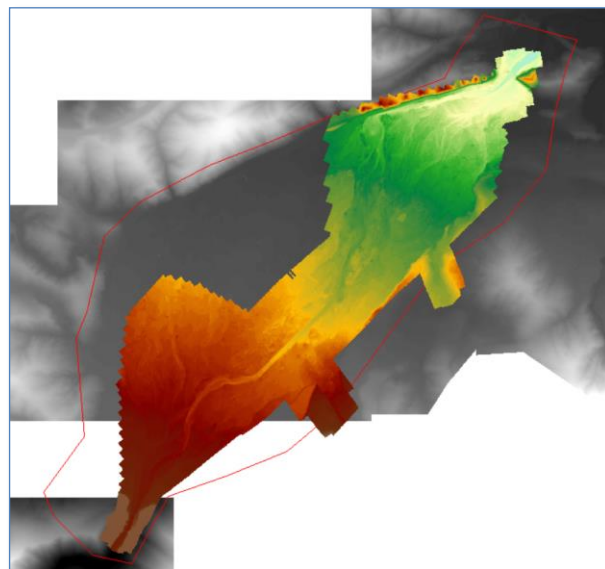


Figura 21. Modelos digitales del terreno utilizados

El área con menos densidad de datos es la zona de Santa Lucía, donde se aprecia como hay una franja sin información en los modelos del CNIG y a su vez no cubre todo el modelo del UAV. Para definir el terreno en esta zona se ha utilizado la nube de puntos del vuelo LIDAR, a partir de la cual se han obtenido perfiles del terreno con separación de 1 metro.

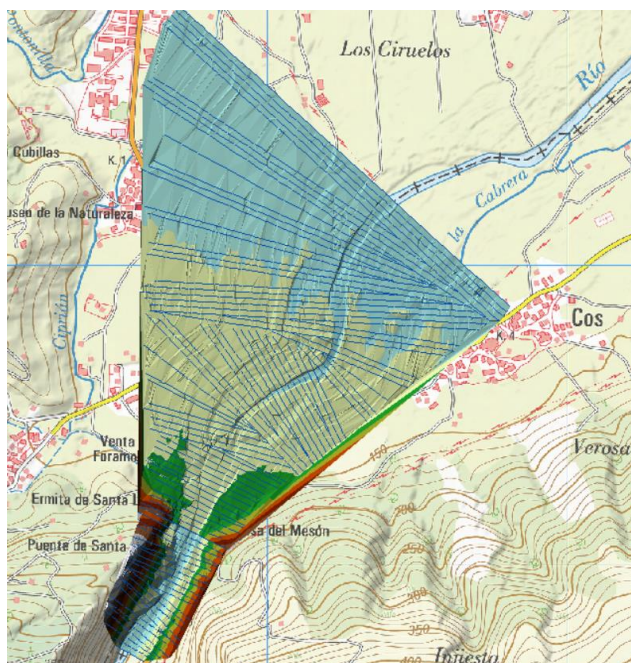
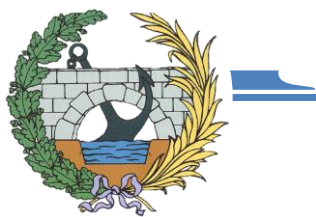


Figura 22. Perfiles y TIN creados a partir del vuelo LiDAR

Estos perfiles se han editado para corregir las limitaciones propias del vuelo LIDAR, derivadas de las zonas con vegetación, para conseguir un modelo preciso en esta zona. A partir de los perfiles se han obtenido las curvas de nivel en la zona para comprobar que el terreno editado es coherente y por último se han creado primero una superficie TIN (Red Irregular de Triángulos) a partir de la cual se ha generado un nuevo Modelo Digital del Terreno.



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo III. Caracterización topográfica

Una vez con el modelo digital del terreno obtenido en este último proceso, se ha llevado a cabo un mosaicado de los diferentes datos a disposición, siguiendo el orden de preferencia mostrado anteriormente para crear el modelo final con el que se ha realizado el estudio de inundación.

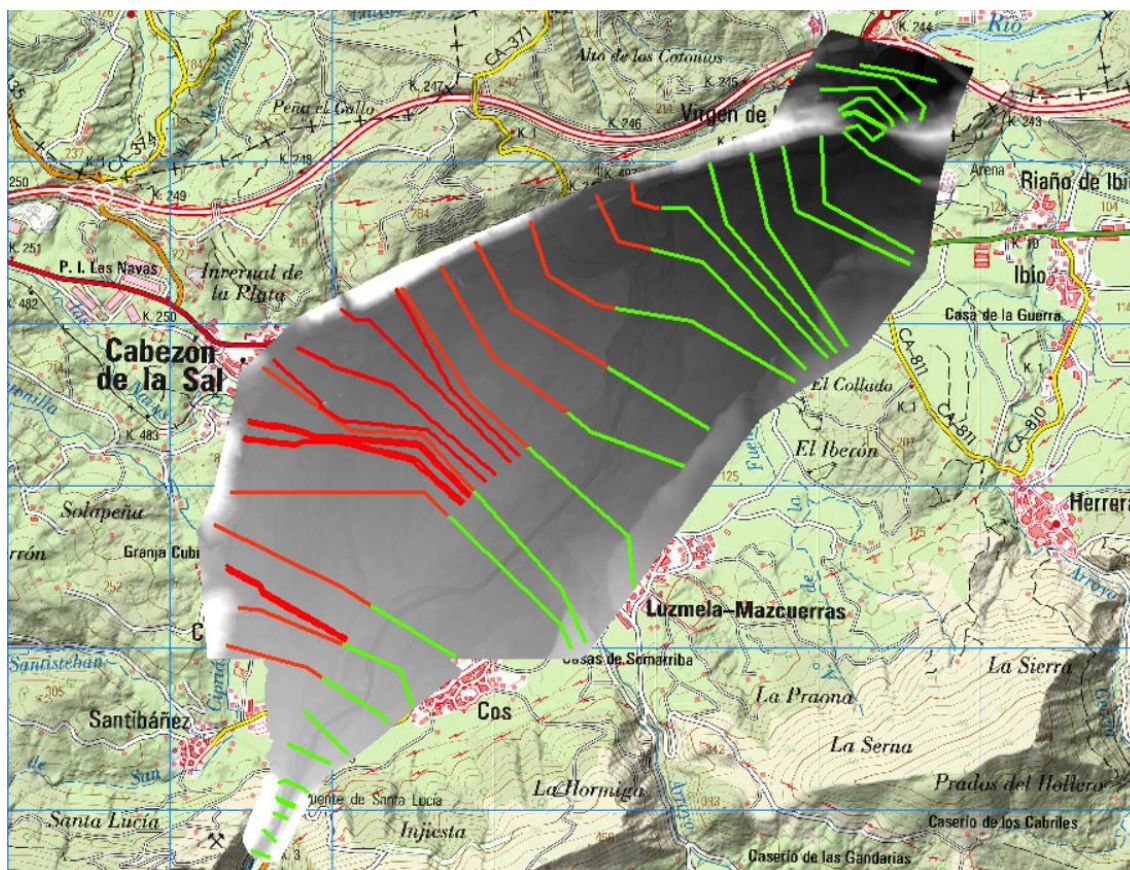


Figura 23. Modelo digital del terreno completo usado en el estudio hidráulico y perfiles seleccionados

LISTADOS DE COORDENADAS Y OBSERVACIONES.

Radiación de la sección de las estructuras:

LISTADO DE BASES Y REFERENCIAS

Base	X	Y	Z	Código	Sx	Sy	Sz
B100	399711,444	4793072,898	148,505		0,000	0,000	0,000
R100	399728,895	4793203,562	152,746		0,000	0,000	0,000
B200	403326,875	4797198,097	98,828		0,000	0,000	0,000
R200	403351,237	4797224,899	96,995		0,000	0,000	0,000



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo III. Caracterización topográfica



RADIACIÓN Puente de Santa Lucía

Análisis radiación

Base de radiado:	Todas	Sx máxima:	0,010m
Puntos radiados:	52	Sy máxima:	0,010m
Distancia máxima radiada:	43,049m	Sz máxima:	0,008m

Base	Visado	Acimut	Vz	Dr	Hp	Ha	X	Y	Z	Código
B100	TAB100	262,9841	74,5510	16,005	0,000	1,523	399698,073	4793064,110	156,790	0
B100	TAB101	228,8222	70,7318	13,754	0,000	1,523	399705,429	4793060,533	156,838	0
B100	TAB102	181,2032	77,6997	18,770	0,000	1,523	399716,904	4793054,945	156,886	0
B100	TAB103	163,3252	84,1228	26,691	0,000	1,523	399725,979	4793050,522	156,826	0
B100	TAB104	154,8273	87,8206	34,716	0,000	1,523	399734,055	4793046,569	156,752	0
B100	VIGAAB100	271,4655	84,3288	19,659	0,000	1,523	399693,732	4793064,381	154,968	0
B100	VIGAAB101	219,3687	80,1807	15,588	0,000	1,523	399706,776	4793058,031	155,044	0
B100	VIGAAB102	185,6499	84,2931	19,834	0,000	1,523	399715,876	4793053,572	155,023	0
B100	VIGAAB103	164,6451	89,2061	28,982	0,000	1,523	399726,720	4793048,279	154,990	0
B100	VIGAAB104	153,6505	92,4199	40,588	0,000	1,523	399738,444	4793042,610	154,884	0
B100	VIGAAA100	267,4870	86,2679	22,543	0,000	1,523	399691,783	4793061,882	154,968	0
B100	VIGAAA101	222,9086	83,2839	18,599	0,000	1,523	399704,897	4793055,496	155,027	0
B100	VIGAAA102	190,1957	86,1907	22,566	0,000	1,523	399714,905	4793050,605	155,001	0
B100	VIGAAA103	175,3203	88,7452	27,857	0,000	1,523	399721,972	4793047,116	155,005	0
B100	VIGAAA104	157,5168	92,7732	42,529	0,000	1,523	399737,757	4793039,502	154,877	0
B100	EST100	272,0920	87,7032	22,059	0,000	1,523	399691,477	4793063,537	154,343	0
B100	EST101	271,8385	92,2460	22,173	0,000	1,523	399691,412	4793063,409	152,742	0
B100	EST102	271,5146	92,9007	22,007	0,000	1,523	399691,609	4793063,379	152,492	0
B100	EST103	271,5143	95,8669	21,908	0,000	1,523	399691,699	4793063,422	151,452	0
B100	EST104	271,3894	99,3732	21,857	0,000	1,523	399691,763	4793063,405	150,243	0
B100	EST200	154,3022	92,8861	43,049	0,000	1,523	399739,751	4793040,482	154,859	0
B100	EST201	154,3016	96,0133	43,024	0,000	1,523	399739,735	4793040,500	152,726	0
B100	EST202	154,3012	96,3516	42,801	0,000	1,523	399739,588	4793040,669	152,484	0
B100	EST203	154,3012	96,3514	42,801	0,000	1,523	399739,588	4793040,669	152,484	0
B100	EST204	154,4601	98,7299	42,720	0,000	1,523	399739,455	4793040,659	150,881	0
B100	EST205	154,5105	103,2017	42,572	0,000	1,523	399739,332	4793040,749	147,885	0
B100	EST206	154,4940	105,6291	42,042	0,000	1,523	399738,993	4793041,156	146,301	0
B100	PILA100	219,8042	83,7420	19,091	0,000	1,523	399705,602	4793054,729	155,012	0
B100	PILA101	217,4339	79,7294	15,162	0,000	1,523	399707,345	4793058,306	155,026	0
B100	PILA102	217,5944	105,9005	15,170	0,000	1,523	399707,306	4793058,308	148,618	0
B100	PILA103	220,0711	105,1949	19,514	0,000	1,523	399705,395	4793054,352	148,432	0
B100	PILA104	209,1622	94,8626	15,631	0,000	1,523	399709,203	4793057,433	151,292	0
B100	PILA105	209,1880	82,6230	15,629	0,000	1,523	399709,197	4793057,436	154,403	0
B100	PILA200	175,6505	88,9221	28,174	0,000	1,523	399721,956	4793046,768	154,981	0
B100	PILA201	168,0927	87,8285	25,677	0,000	1,523	399723,778	4793050,385	154,998	0
B100	PILA202	168,0964	97,6757	25,657	0,000	1,523	399723,767	4793050,403	150,965	0
B100	PILA203	166,0169	97,7730	25,299	0,000	1,523	399724,312	4793051,126	150,913	0
B100	PILA204	168,0911	105,3187	25,597	0,000	1,523	399723,740	4793050,456	147,884	0
B100	PILA205	168,0906	107,4243	25,486	0,000	1,523	399723,686	4793050,554	147,042	0
B100	PILA206	168,0674	107,5841	25,149	0,000	1,523	399723,533	4793050,853	147,018	0
B100	PILA207	168,0670	109,4295	25,147	0,000	1,523	399723,532	4793050,856	146,276	0
B100	PILA208	168,0669	109,6956	24,746	0,000	1,523	399723,339	4793051,207	146,230	0
B100	PILA209	168,0663	110,8651	24,727	0,000	1,523	399723,330	4793051,223	145,766	0
B100	PILA210	176,3255	106,7884	27,980	0,000	1,523	399721,608	4793046,838	147,033	0
B100	PILA211	176,1919	106,6765	28,289	0,000	1,523	399721,775	4793046,572	147,050	0
B100	PILA212	175,7781	104,8377	28,230	0,000	1,523	399721,925	4793046,694	147,879	0
B100	PILA213	175,5478	98,5159	28,156	0,000	1,523	399721,992	4793046,801	150,685	0
B100	PILA214	175,6209	94,4615	28,181	0,000	1,523	399721,971	4793046,766	152,486	0
B100	PILA215	165,2348	88,2627	28,547	0,000	1,523	399726,265	4793048,510	155,352	0
B100	PILA216	165,2517	88,6977	27,382	0,000	1,523	399725,654	4793049,502	154,941	0
B100	PILA217	165,2508	92,7135	27,382	0,000	1,523	399725,655	4793049,502	153,176	0
B100	PILA218	165,2319	96,7730	27,389	0,000	1,523	399725,665	4793049,500	151,418	0



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo III. Caracterización topográfica



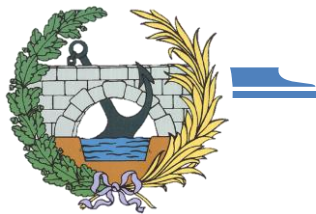
RADIACIÓN Puente Virgen de la Peña

Análisis radiación

Base de radiado: Todas
Puntos radiados: 57
Distancia máxima radiada: 74,765m

Sx máxima: 0,010m
Sy máxima: 0,009m
Sz máxima: 0,008m

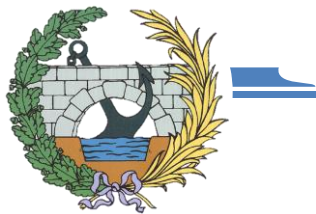
Base	Visado	Acimut	Vz	Dr	Hp	Ha	X	Y	Z	Código
B200	TAB100	47,2295	97,4789	56,219	0,000	1,498	403364,849	4797239,529	102,554	0
B200	TAB101	23,6515	97,4923	55,255	0,000	1,498	403346,928	4797249,567	102,504	0
B200	TAB102	6,0011	97,7345	59,848	0,000	1,498	403332,507	4797257,661	102,457	0
B200	TAB103	397,7758	97,8507	64,034	0,000	1,498	403324,639	4797262,073	102,489	0
B200	TAB104	389,6436	98,0064	69,989	0,000	1,498	403315,543	4797267,141	102,519	0
B200	VIGA100	47,2968	100,2809	57,787	0,000	1,498	403365,954	4797240,644	100,071	0
B200	VIGA101	29,7032	100,3622	56,287	0,000	1,498	403352,187	4797248,353	100,006	0
B200	VIGA102	24,0639	100,3448	56,711	0,000	1,498	403347,798	4797250,789	100,019	0
B200	VIGA103	16,2609	100,3142	58,081	0,000	1,498	403341,545	4797254,277	100,040	0
B200	VIGA104	1,2383	100,2618	63,740	0,000	1,498	403328,114	4797261,806	100,064	0
B200	VIGA105	398,6998	99,7468	65,233	0,000	1,498	403325,543	4797263,297	100,586	0
B200	VIGA106	394,6895	99,7255	67,861	0,000	1,498	403321,222	4797265,702	100,619	0
B200	VIGA107	390,5175	99,7278	71,163	0,000	1,498	403316,317	4797268,451	100,631	0
B200	EST100	47,3637	100,3248	58,211	0,000	1,498	403366,285	4797240,914	100,029	0
B200	EST101	47,3631	102,0327	58,336	0,000	1,498	403366,370	4797241,007	98,463	0
B200	EST102	47,3635	104,2387	58,315	0,000	1,498	403366,355	4797240,991	96,438	0
B200	EST103	46,6907	103,2698	61,398	0,000	1,498	403367,963	4797243,695	97,170	0
B200	EST104	46,6680	100,3405	61,412	0,000	1,498	403367,956	4797243,721	99,998	0
B200	EST200	392,0902	100,2686	74,765	0,000	1,498	403317,612	4797272,264	100,011	0
B200	EST201	392,0897	101,6944	74,703	0,000	1,498	403317,620	4797272,201	98,338	0
B200	EST202	392,0947	102,5253	74,754	0,000	1,498	403317,619	4797272,253	97,360	0
B200	EST203	389,2932	100,3202	70,832	0,000	1,498	403315,022	4797267,909	99,970	0
B200	EST204	389,2787	101,4995	70,841	0,000	1,498	403315,005	4797267,915	98,657	0
B200	EST205	389,2777	101,7133	70,851	0,000	1,498	403315,002	4797267,925	98,419	0
B200	PILA100	24,4528	100,4416	60,225	0,000	1,498	403349,436	4797253,916	99,908	0
B200	PILA101	24,4610	101,6877	60,240	0,000	1,498	403349,449	4797253,928	98,729	0
B200	PILA102	24,4650	103,3569	60,280	0,000	1,498	403349,468	4797253,964	97,145	0
B200	PILA103	24,4652	102,9294	60,306	0,000	1,498	403349,478	4797253,988	97,549	0
B200	PILA104	24,0117	100,3886	57,028	0,000	1,498	403347,872	4797251,100	99,978	0
B200	PILA105	24,0340	101,4137	57,161	0,000	1,498	403347,939	4797251,217	99,057	0
B200	PILA106	24,0151	103,5807	57,068	0,000	1,498	403347,889	4797251,136	97,113	0
B200	PILA107	21,9931	103,5991	56,251	0,000	1,498	403345,918	4797251,009	97,143	0
B200	PILA108	21,9942	101,3934	56,238	0,000	1,498	403345,914	4797250,996	99,095	0
B200	PILA109	21,9943	100,4020	56,281	0,000	1,498	403345,929	4797251,036	99,971	0
B200	ZAP100	27,6096	103,7264	62,829	0,000	1,498	403353,269	4797255,092	96,644	0
B200	ZAP101	27,7704	104,4439	62,599	0,000	1,498	403353,316	4797254,817	95,949	0
B200	ZAP102	25,5057	104,5344	53,196	0,000	1,498	403347,616	4797247,066	96,531	0
B200	ZAP103	25,5538	105,1298	53,106	0,000	1,498	403347,618	4797246,967	96,038	0
B200	ZAP104	17,0067	105,0282	54,886	0,000	1,498	403341,359	4797251,021	95,982	0
B200	ZAP105	17,1701	104,3104	55,967	0,000	1,498	403341,783	4797252,025	96,531	0
B200	ZAP106	21,0397	103,6044	63,473	0,000	1,498	403347,466	4797258,117	96,729	0
B200	PILA200	2,5642	100,3387	67,230	0,000	1,498	403329,581	4797265,252	99,969	0
B200	PILA201	2,5641	101,5789	67,279	0,000	1,498	403329,583	4797265,302	98,657	0
B200	PILA202	2,5636	103,6849	67,228	0,000	1,498	403329,581	4797265,251	96,431	0
B200	PILA203	399,5505	102,5140	63,217	0,000	1,498	403326,429	4797261,293	97,829	0
B200	PILA204	399,5565	101,1727	63,208	0,000	1,498	403326,435	4797261,285	99,162	0
B200	PILA205	399,5549	100,3272	63,209	0,000	1,498	403326,433	4797261,286	100,001	0
B200	PILA206	399,0767	100,3843	63,839	0,000	1,498	403325,949	4797261,910	99,941	0
B200	PILA207	399,0765	102,0036	63,850	0,000	1,498	403325,949	4797261,921	98,316	0
B200	PREF100	47,3517	100,2763	57,787	0,000	1,498	403365,990	4797240,610	100,075	0
B200	PREF101	24,0027	100,3467	56,716	0,000	1,498	403347,750	4797250,814	100,017	0
B200	PREF102	0,9691	100,2605	63,907	0,000	1,498	403327,848	4797261,978	100,065	0



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo III. Caracterización topográfica**



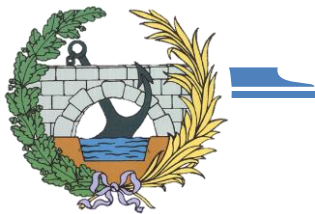
B200	PREF103	390,3245	99,7290	71,413	0,000	1,498	403316,066	4797268,666	100,630	0
B200	PREF104	23,2959	99,4758	55,181	0,000	1,498	403346,614	4797249,609	100,781	0
B200	PREF105	22,1278	99,4710	55,320	0,000	1,498	403345,713	4797250,093	100,786	0
B200	PREF106	399,8145	99,5410	62,696	0,000	1,498	403326,692	4797260,774	100,778	0
B200	PREF107	398,9233	99,5315	63,162	0,000	1,498	403325,807	4797261,231	100,791	0



ANEJO IV

CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA

de la cuenca analizada



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo IV. Caracterización geométrica

El objetivo de este anejo es mostrar con detalle el proceso llevado a cabo para obtener la identificación de los límites de las cuencas hidrológicas, zonas del territorio en las que el flujo del agua de escorrentía se concentra en un punto común de salida, en el caso del estudio estos puntos se encuentran en los cauces del arroyo de San Ciprián y del río Saja en el momento previo de su confluencia y en el extremo del río Saja más aguas debajo de la zona de estudio.

Para ello se ha trabajado dentro del software ArcGIS a partir de los siguientes datos:

- Geometría del límite de la cuenca completa del Saja-Besaya, proveniente de la Directiva del Marco del Agua de Cantabria (DMA Cantabria).
- Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de la zona, con ancho de celda de 25 metros, según las hojas 1:50000, obtenido de la web del Centro nacional de información geográfica (CNIG).

En primer lugar, se procede a unir las diferentes hojas del MDE en un único MDE y para posteriormente recortarlo a la zona de trabajo utilizando la geometría de la cuenca.

En la formación de los MDE es un problema común la formación de zonas planas, esto afecta al análisis de flujo sobre MDE con la aparición de sumideros artificiales que no se corresponden con la realidad, por lo que es necesario una identificación y corrección de estos.

El proceso a seguir comienza con la identificación de los sumideros y diferenciando cuáles deben ser arreglados y cuáles deben permanecer por ser realmente sumideros existentes.

Para tomar esta decisión se estima la profundidad de estos, obteniendo los valores de máxima y mínima elevación en cada zona y posteriormente calculando el desnivel de cada sumidero, estudiando los datos estadísticos de estos últimos valores se toma la decisión de que sumideros se consideran artificiales y cuales reales, fijando como límite para rellenar los sumideros el doble de la desviación típica ($z=2*sd=17m.$).

En este caso se asume que los sumideros con una profundidad mayor a 27 metros (media + $2*desviación\ típica$) son errores del MDE y por lo tanto se corrige el modelo rellenando los mismos.

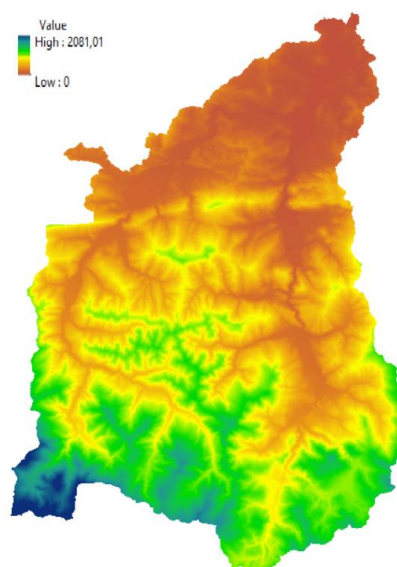
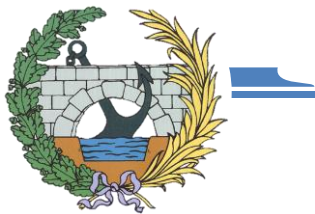


Figura 1. MDE de la cuenca del Saja-Besaya



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo IV. Caracterización geométrica

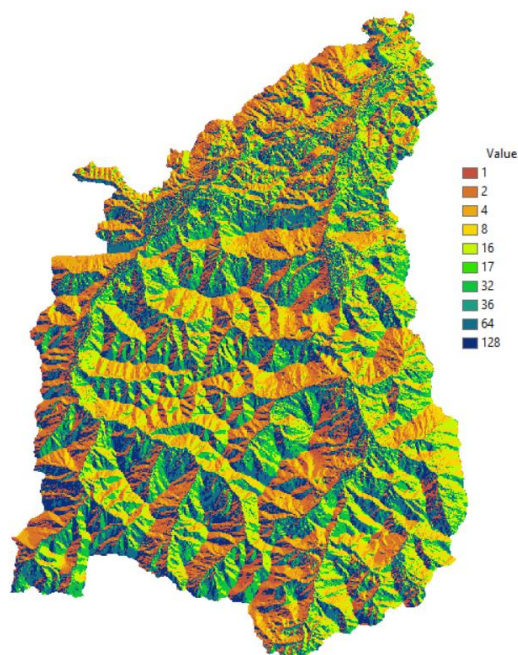


Figura 2. Mapa de dirección de flujo

Una vez obtenido el MDE ya corregido, se procede a determinar la dirección del flujo en cada celda del mismo, es decir, para cada celda se identifica la celda adyacente hacia la que se dirige el flujo. Se asigna la dirección conforme a la codificación del modelo D8.

Codificación. Modelo D8

32	64	128
16		1
8	4	2

El siguiente paso y previo a la obtención de la superficie de las cuencas es la formación del mapa de flujo acumulado. Para ello a partir de la dirección de flujo para cada celda se almacena el número de celdas que fluyen a la misma.

A partir de los datos de flujo acumulado se procede a identificar la red de drenaje, para ello se debe especificar el valor que se considera como el número mínimo de celdas que al concentrarse en una celda clasifican a la misma como perteneciente a un cauce. Para este caso se fija el umbral para la definición del cauce de 1000 celdas, que supone definir un cauce cuando se recoge una superficie mínima de $1000 \times 625 = 625000 \text{ m}^2$.

Tras este paso los cauces ya están definidos y se deben identificar los diferentes segmentos, para ello se asigna un identificador único a cada tramo de cauce entre dos intersecciones, no a cauces completos.

Para finalizar la identificación de la red de drenaje es usual asignar valores jerárquicos a los tramos de la red, de manera que se conozca cuantos afluentes coinciden en cada tramo. Para ello usamos el método de ordenación de ArcGIS, STRAHLER, que asigna un valor 1 a los tramos primarios, que no reciben afluentes.

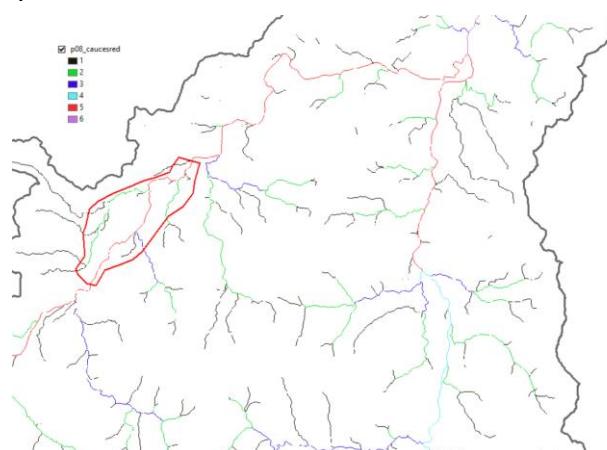


Figura 3. Red de drenaje jerarquizada



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo IV. Caracterización geométrica

Cuando confluyen dos tramos del mismo orden, el tramo resultante incrementa su orden. Por ejemplo, un orden 2 supone que confluyen en el mismo dos tramos de orden 1.

El último paso y objetivo principal de este proceso es la obtención de las cuencas vertientes. Existen dos opciones, la primera es delimitar las cuencas de cada tramo de red, con ello se obtienen las subcuencas para la cuenca completa del Saja-Besaya. La segunda opción, y más práctica para el objetivo a conseguir, es obtener las cuencas aguas arriba de una cierta posición, conocida como “*pour point*” (o punto de vertido). Estos puntos ya definidos al comienzo del anejo se introducen a mano en el software en cualquier lugar siempre y cuando pertenezcan a un cauce.

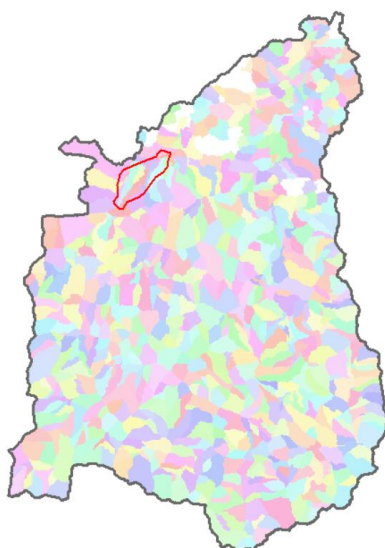


Figura 4. Subcuencas del Saja-Besaya

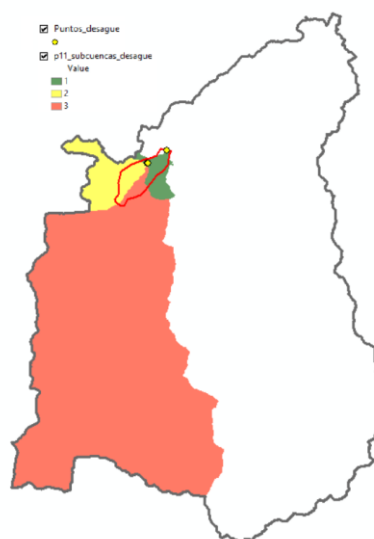
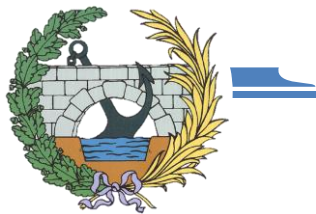


Figura 5. Cuencas vertientes en los puntos de estudio

A partir de los atributos de las subcuencas obtenidas en el método de puntos de desagüe (imagen derecha), se calcula la superficie de escorrentía, pues se conoce tanto el número de celdas de cada cuenca vertiente como la superficie de cada celda; son 25m x 25m = 625 m².

OBJECTID *	Value	Count
1	1	13912
2	2	37341
3	3	565527

i	Count (nº celdas)	Celdas totales	Área (m ²)	Área (km ²)
1	13912	616780	385487500	385.4875
2	37341	37341	23338125	23.338125
3	565527	565527	353454375	353.454375



**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo V. Resultados**



ANEJO V
RESULTADOS

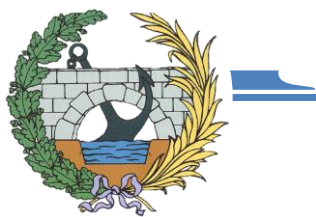


**“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:
Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”
Anejo V. Resultados**



ÍNDICE DE RESULTADOS

Tablas de resultados	109
- Hipótesis #1	109
- Hipótesis #2	113
Perfiles longitudinales	117
Perfiles transversales.....	122



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



Hipótesis #1. Tabla de resultados estándar 1 HecRAS

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chi
Rio Saja	1CauceEste	7208.568	H1. T=10 años	441.82	147.57	151.77		152.13	0.001286	2.78	174.44	57.21	0.45
Rio Saja	1CauceEste	7208.568	H1. T=100 años	629.15	147.57	153.01		153.39	0.000928	2.85	249.24	62.66	0.40
Rio Saja	1CauceEste	7208.568	H1. T=500 años	972.00	147.57	154.93		155.34	0.000670	3.00	375.56	68.83	0.36
Rio Saja	1CauceEste	7079.696	H1. T=10 años	441.82	146.54	151.62		151.94	0.001571	2.52	181.93	51.72	0.39
Rio Saja	1CauceEste	7079.696	H1. T=100 años	629.15	146.54	152.89		153.24	0.001254	2.69	252.00	58.76	0.37
Rio Saja	1CauceEste	7079.696	H1. T=500 años	972.00	146.54	154.82		155.23	0.000994	2.93	376.38	69.70	0.34
Rio Saja	1CauceEste	6933.05	H1. T=10 años	441.82	145.36	149.55	149.55	151.30	0.012062	5.85	75.52	22.00	1.00
Rio Saja	1CauceEste	6933.05	H1. T=100 años	629.15	145.36	150.55	150.55	152.66	0.010667	6.44	99.74	26.42	0.98
Rio Saja	1CauceEste	6933.05	H1. T=500 años	972.00	145.36	152.14	152.14	154.69	0.008799	7.17	147.18	33.49	0.93
Rio Saja	1CauceEste	6852.359	H1. T=10 años	441.82	145.12	149.64	148.67	150.12	0.003535	3.07	143.89	53.11	0.58
Rio Saja	1CauceEste	6852.359	H1. T=100 años	629.15	145.12	150.28	149.29	150.93	0.003946	3.57	176.21	54.84	0.62
Rio Saja	1CauceEste	6852.359	H1. T=500 años	972.00	145.12	151.31	150.16	152.22	0.004064	4.23	230.27	57.82	0.64
Rio Saja	1CauceEste	6848		BRIDGE									
Rio Saja	1CauceEste	6843.024	H1. T=10 años	441.82	145.01	149.48	148.62	149.95	0.007417	3.05	144.83	55.30	0.58
Rio Saja	1CauceEste	6843.024	H1. T=100 años	629.15	145.01	150.03	149.14	150.70	0.008303	3.63	173.09	56.80	0.63
Rio Saja	1CauceEste	6843.024	H1. T=500 años	972.00	145.01	150.83	149.98	151.88	0.009777	4.54	213.96	59.19	0.71
Rio Saja	1CauceEste	6723.356	H1. T=10 años	441.82	145.48	148.32	148.02	149.08	0.006788	3.89	126.76	85.69	0.79
Rio Saja	1CauceEste	6723.356	H1. T=100 años	629.15	145.48	148.85	148.68	149.79	0.006718	4.40	175.03	92.84	0.81
Rio Saja	1CauceEste	6723.356	H1. T=500 años	972.00	145.48	149.48	149.48	150.81	0.007725	5.36	235.39	97.08	0.89
Rio Saja	1CauceEste	6510.348	H1. T=10 años	441.82	144.24	146.85	146.50	147.33	0.009048	3.12	145.64	101.23	0.64
Rio Saja	1CauceEste	6510.348	H1. T=100 años	629.15	144.24	147.15	146.97	147.84	0.011951	3.87	177.52	175.41	0.75
Rio Saja	1CauceEste	6510.348	H1. T=500 años	972.00	144.24	147.67	147.67	148.42	0.012342	4.43	288.99	194.46	0.79
Rio Saja	1CauceEste	6331.042	H1. T=10 años	441.82	141.34	145.32	145.32	145.88	0.006810	3.76	149.80	147.62	0.71
Rio Saja	1CauceEste	6331.042	H1. T=100 años	629.15	141.34	145.81	145.81	146.31	0.005655	3.81	245.27	260.72	0.67
Rio Saja	1CauceEste	6331.042	H1. T=500 años	972.00	141.34	146.17	146.17	146.75	0.006145	4.26	346.60	264.69	0.71
Rio Saja	1CauceEste	6016.776	H1. T=10 años	441.82	139.05	143.01	142.69	143.26	0.006703	2.58	232.73	261.61	0.51
Rio Saja	1CauceEste	6016.776	H1. T=100 años	629.15	139.05	143.39	142.93	143.60	0.005202	2.48	349.68	397.48	0.46
Rio Saja	1CauceEste	6016.776	H1. T=500 años	972.00	139.05	143.61	143.41	143.94	0.007426	3.11	419.56	414.68	0.55
Rio Saja	1CauceEste	5714.046	H1. T=10 años	441.82	136.98	140.49	140.49	140.84	0.010750	2.87	181.73	387.13	0.64
Rio Saja	1CauceEste	5714.046	H1. T=100 años	629.15	136.98	140.65	140.65	141.15	0.013660	3.40	214.56	432.38	0.73
Rio Saja	1CauceEste	5714.046	H1. T=500 años	972.00	136.98	140.87	140.87	141.31	0.011648	3.34	348.29	469.64	0.69
Rio Saja	1CauceEste	5438.49	H1. T=10 años	441.82	135.67	138.20	138.20	138.24	0.000681	1.18	585.84	598.07	0.29
Rio Saja	1CauceEste	5438.49	H1. T=100 años	629.15	135.67	138.20	138.20	138.28	0.001380	1.68	585.84	598.07	0.42
Rio Saja	1CauceEste	5438.49	H1. T=500 años	972.00	135.67	138.20	138.20	138.39	0.003295	2.59	585.84	598.07	0.64
Rio Saja	1CauceEste	4670.44	H1. T=10 años	441.82	126.76	130.39	130.05	131.23	0.004745	4.06	108.91	109.21	0.83
Rio Saja	1CauceEste	4670.44	H1. T=100 años	629.15	126.76	130.70	130.70	132.04	0.006686	5.11	123.08	144.43	1.00
Rio Saja	1CauceEste	4670.44	H1. T=500 años	972.00	126.76	131.85	131.85	132.57	0.003358	4.18	415.55	501.91	0.78
Rio Saja	1CauceEste	4486.89	H1. T=10 años	441.82	125.60	128.73	128.73	129.83	0.013413	4.65	94.99	173.60	1.00
Rio Saja	1CauceEste	4486.89	H1. T=100 años	629.15	125.60	129.32	129.32	129.97	0.010022	4.00	228.97	335.14	0.81
Rio Saja	1CauceEste	4486.89	H1. T=500 años	972.00	125.60	129.83	129.83	130.60	0.010116	4.55	328.59	366.41	0.84
Rio Saja	1CauceEste	4008.027	H1. T=10 años	441.82	121.82	124.47	124.47	124.88	0.007186	3.24	219.41	310.85	0.69
Rio Saja	1CauceEste	4008.027	H1. T=100 años	629.15	121.82	124.72	124.72	125.20	0.007981	3.66	282.94	340.87	0.74
Rio Saja	1CauceEste	4008.027	H1. T=500 años	972.00	121.82	125.19	125.06	125.68	0.007250	3.92	407.14	460.02	0.72



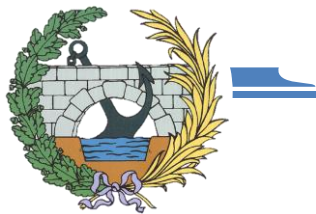
“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chl
Rio Saja	1CauceEste	3615.332	H1. T=10 años	441.82	118.74	121.37	120.95	121.51	0.004722	1.88	281.85	501.86	0.42
Rio Saja	1CauceEste	3615.332	H1. T=100 años	629.15	118.74	121.84	120.95	121.95	0.003068	1.74	462.26	691.10	0.35
Rio Saja	1CauceEste	3615.332	H1. T=500 años	972.00	118.74	121.65	121.23	122.03	0.011531	3.20	377.85	658.32	0.68
Rio Saja	1CauceEste	3236.009	H1. T=10 años	441.82	115.20	117.95	117.95	118.82	0.011405	4.34	127.32	464.62	1.11
Rio Saja	1CauceEste	3236.009	H1. T=100 años	629.15	115.20	118.11	118.11	119.51	0.017562	5.55	146.91	535.86	1.35
Rio Saja	1CauceEste	3236.009	H1. T=500 años	972.00	115.20	118.25	118.25	118.60	0.007485	3.71	512.38	630.88	0.87
Rio Saja	1CauceEste	2768.31	H1. T=10 años	441.82	111.33	113.48	113.44	113.93	0.005715	3.02	160.56	624.31	0.92
Rio Saja	1CauceEste	2768.31	H1. T=100 años	629.15	111.33	114.02	113.76	114.36	0.003558	2.70	271.48	859.62	0.69
Rio Saja	1CauceEste	2768.31	H1. T=500 años	972.00	111.33	114.09	114.09	114.38	0.003755	2.83	523.66	875.43	0.71
Rio Saja	1CauceEste	2326.999	H1. T=10 años	441.82	107.44	110.39	109.94	110.61	0.009874	2.09	211.44	547.92	0.56
Rio Saja	1CauceEste	2326.999	H1. T=100 años	629.15	107.44	110.19	110.19	110.80	0.032660	3.45	182.35	522.39	1.00
Rio Saja	1CauceEste	2326.999	H1. T=500 años	972.00	107.44	110.53	110.53	110.66	0.003993	1.42	617.87	556.29	0.36
Rio Saja	1CauceEste	2033.65	H1. T=10 años	441.82	104.45	107.05	107.05	107.32	0.012336	2.99	224.39	378.68	0.89
Rio Saja	1CauceEste	2033.65	H1. T=100 años	629.15	104.45	107.20	107.20	107.53	0.013188	3.35	277.36	401.16	0.94
Rio Saja	1CauceEste	2033.65	H1. T=500 años	972.00	104.45	107.43	107.43	107.84	0.013112	3.73	377.68	451.48	0.96
Rio Saja	CauceUnion	1570.073	H1. T=10 años	466.44	101.70	105.00	104.58	105.14	0.002298	1.99	297.22	232.56	0.42
Rio Saja	CauceUnion	1570.073	H1. T=100 años	670.75	101.70	105.66	104.78	105.78	0.001294	1.76	451.99	269.25	0.33
Rio Saja	CauceUnion	1570.073	H1. T=500 años	1021.54	101.70	105.29	105.08	105.73	0.005855	3.43	364.74	241.54	0.68
Rio Saja	CauceUnion	1310.501	H1. T=10 años	466.44	99.05	103.39	102.91	104.12	0.007241	3.79	123.24	246.40	0.75
Rio Saja	CauceUnion	1310.501	H1. T=100 años	670.75	99.05	103.53	103.53	104.89	0.012545	5.16	130.05	288.75	1.00
Rio Saja	CauceUnion	1310.501	H1. T=500 años	1021.54	99.05	104.20	104.20	104.53	0.003657	3.23	491.26	384.80	0.56
Rio Saja	CauceUnion	1106.596	H1. T=10 años	466.44	98.24	101.80	101.42	102.46	0.008932	3.61	129.34	266.83	0.77
Rio Saja	CauceUnion	1106.596	H1. T=100 años	670.75	98.24	102.16	102.00	102.33	0.002687	2.13	398.22	329.89	0.43
Rio Saja	CauceUnion	1106.596	H1. T=500 años	1021.54	98.24	102.26	102.12	102.58	0.005096	3.00	429.18	336.24	0.59
Rio Saja	CauceUnion	879.2057	H1. T=10 años	466.44	97.24	101.08	99.89	101.27	0.002821	1.93	252.77	307.89	0.38
Rio Saja	CauceUnion	879.2057	H1. T=100 años	670.75	97.24	100.68	100.27	101.24	0.010632	3.33	204.14	245.91	0.73
Rio Saja	CauceUnion	879.2057	H1. T=500 años	1021.54	97.24	101.47	100.88	101.68	0.003286	2.29	551.30	346.53	0.43
Rio Saja	CauceUnion	661.3708	H1. T=10 años	466.44	95.89	99.60	99.06	100.20	0.009659	3.45	140.62	254.30	0.68
Rio Saja	CauceUnion	661.3708	H1. T=100 años	670.75	95.89	100.43	99.62	100.51	0.000981	1.32	538.04	318.41	0.23
Rio Saja	CauceUnion	661.3708	H1. T=500 años	1021.54	95.89	101.20	99.68	101.27	0.000703	1.27	831.30	407.07	0.20
Rio Saja	CauceUnion	572.5843	H1. T=10 años	466.44	95.85	98.55	98.36	99.40	0.007913	4.08	115.26	136.45	0.87
Rio Saja	CauceUnion	572.5843	H1. T=100 años	670.75	95.85	99.16	98.93	100.23	0.007305	4.59	149.22	154.30	0.87
Rio Saja	CauceUnion	572.5843	H1. T=500 años	1021.54	95.85	101.03	99.30	101.20	0.000755	2.06	583.72	205.21	0.30
Rio Saja	CauceUnion	493.2343	H1. T=10 años	466.44	95.25	98.44	97.73	98.95	0.002741	3.16	147.74	67.31	0.62
Rio Saja	CauceUnion	493.2343	H1. T=100 años	670.75	95.25	99.11	98.26	99.78	0.002647	3.61	185.65	68.87	0.64
Rio Saja	CauceUnion	493.2343	H1. T=500 años	1021.54	95.25	100.12	99.04	101.02	0.002526	4.22	242.32	73.25	0.65
Rio Saja	CauceUnion	487		BRIDGE									
Rio Saja	CauceUnion	483.9603	H1. T=10 años	466.44	95.25	97.74	97.64	98.61	0.008198	4.12	113.29	65.02	0.93
Rio Saja	CauceUnion	483.9603	H1. T=100 años	670.75	95.25	98.25	98.17	99.39	0.007960	4.72	142.14	66.42	0.95
Rio Saja	CauceUnion	483.9603	H1. T=500 años	1021.54	95.25	98.96	98.96	100.57	0.008109	5.62	181.93	68.06	1.00
Rio Saja	CauceUnion	407.4813	H1. T=10 años	466.44	94.19	97.28	96.68	97.76	0.011317	3.07	152.01	107.79	0.65
Rio Saja	CauceUnion	407.4813	H1. T=100 años	670.75	94.19	97.93	97.18	98.53	0.010602	3.41	196.55	140.85	0.65
Rio Saja	CauceUnion	407.4813	H1. T=500 años	1021.54	94.19	98.70	97.90	99.55	0.011104	4.09	250.80	166.80	0.69
Rio Saja	CauceUnion	331.4269	H1. T=10 años	466.44	93.43	96.79	96.06	97.22	0.004617	2.93	159.77	131.32	0.60
Rio Saja	CauceUnion	331.4269	H1. T=100 años	670.75	93.43	97.46	96.56	98.01	0.004541	3.30	206.29	234.70	0.60
Rio Saja	CauceUnion	331.4269	H1. T=500 años	1021.54	93.43	97.95	97.29	98.90	0.006662	4.33	241.53	242.68	0.73



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chl
Rio Saja	CauceUnion	208.4697	H1. T=10 años	466.44	92.46	96.32	94.99	96.63	0.004395	2.46	190.01	240.33	0.45
Rio Saja	CauceUnion	208.4697	H1. T=100 años	670.75	92.46	96.97	95.52	97.40	0.004738	2.90	233.12	299.22	0.48
Rio Saja	CauceUnion	208.4697	H1. T=500 años	1021.54	92.46	97.88	96.30	98.19	0.002841	2.61	434.39	365.44	0.39
Rio Saja	CauceUnion	97.21155	H1. T=10 años	466.44	92.20	94.65	94.65	95.54	0.031372	4.17	111.87	106.83	1.00
Rio Saja	CauceUnion	97.21155	H1. T=100 años	670.75	92.20	95.15	95.15	96.26	0.029451	4.67	143.76	179.95	1.00
Rio Saja	CauceUnion	97.21155	H1. T=500 años	1021.54	92.20	95.88	95.88	97.33	0.026474	5.34	192.17	312.50	0.99
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	5035.042	H1. T=10 años	24.62	141.18	142.96	142.81	143.32	0.017743	2.65	9.28	155.47	0.84
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	5035.042	H1. T=100 años	41.60	141.18	143.17	143.17	143.23	0.004165	1.37	43.84	221.78	0.41
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	5035.042	H1. T=500 años	49.54	141.18	143.21	143.17	143.28	0.004235	1.42	49.11	224.50	0.42
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4701.511	H1. T=10 años	24.62	138.55	140.67	140.31	140.71	0.004519	1.07	33.91	445.41	0.33
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4701.511	H1. T=100 años	41.60	138.55	140.59	140.59	140.76	0.021394	2.20	28.09	428.83	0.71
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4701.511	H1. T=500 años	49.54	138.55	140.63	140.63	140.82	0.023396	2.37	30.97	437.06	0.75
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4555.941	H1. T=10 años	24.62	137.39	139.14	139.02	139.54	0.021284	2.81	8.78	198.75	0.86
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4555.941	H1. T=100 años	41.60	137.39	139.97	139.47	139.98	0.000121	0.27	323.97	677.79	0.07
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4555.941	H1. T=500 años	49.54	137.39	140.16	139.65	140.16	0.000029	0.14	569.77	746.47	0.03
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4550		BRIDGE									
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4542.725	H1. T=10 años	24.62	137.45	139.07	138.80	139.36	0.005445	2.40	10.27	311.14	0.72
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4542.725	H1. T=100 años	41.60	137.45	139.25	139.25	139.86	0.012141	3.48	11.94	429.79	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4542.725	H1. T=500 años	49.54	137.45	139.41	139.41	140.09	0.013792	3.66	13.55	525.38	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4288.655	H1. T=10 años	24.62	134.94	136.40	136.40	136.76	0.026943	2.85	10.92	243.64	0.95
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4288.655	H1. T=100 años	41.60	134.94	136.54	136.54	136.63	0.009644	1.87	34.95	288.40	0.58
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4288.655	H1. T=500 años	49.54	134.94	136.56	136.56	136.67	0.010931	2.01	37.87	291.37	0.62
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3814.674	H1. T=10 años	24.62	130.75	132.43	132.43	132.54	0.003428	1.84	25.43	868.26	0.61
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3814.674	H1. T=100 años	41.60	130.75	132.53	132.53	132.67	0.004507	2.22	35.87	891.86	0.69
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3814.674	H1. T=500 años	49.54	130.75	132.54	132.54	132.54	0.000002	0.04	1067.26	893.37	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3470.016	H1. T=10 años	24.62	127.88	129.72	129.35	130.04	0.003269	2.52	9.77	749.35	0.67
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3470.016	H1. T=100 años	41.60	127.88	130.45	129.86	130.45	0.000001	0.05	1329.58	825.51	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3470.016	H1. T=500 años	49.54	127.88	130.45	130.08	130.45	0.000001	0.06	1329.58	825.51	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3468		BRIDGE									
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3463.621	H1. T=10 años	24.62	127.84	129.70	128.99	129.83	0.006841	1.60	15.55	784.72	0.43
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3463.621	H1. T=100 años	41.60	127.84	130.04	129.41	130.04	0.000001	0.03	1111.57	830.34	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3463.621	H1. T=500 años	49.54	127.84	129.57	129.57	130.21	0.038118	3.55	14.05	758.50	0.99
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3401.421	H1. T=10 años	24.62	127.95	129.40	128.73	129.47	0.004462	1.23	19.99	793.48	0.36
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3401.421	H1. T=100 años	41.60	127.95	129.53	129.02	129.71	0.009208	1.86	22.32	879.83	0.52
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3401.421	H1. T=500 años	49.54	127.95	129.61	129.14	129.84	0.010954	2.09	23.69	910.04	0.57
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3395		BRIDGE									
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3389.671	H1. T=10 años	24.62	127.99	129.34	128.81	129.37	0.003431	0.91	35.79	903.44	0.27
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3389.671	H1. T=100 años	41.60	127.99	129.29	129.29	129.42	0.014448	1.82	29.90	885.18	0.56
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3389.671	H1. T=500 años	49.54	127.99	129.34	129.34	129.47	0.014491	1.87	35.12	900.88	0.56
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3203.159	H1. T=10 años	24.62	126.60	128.38	128.02	128.63	0.004836	2.41	12.87	976.35	0.58
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3203.159	H1. T=100 años	41.60	126.60	128.41	128.41	128.41	0.000005	0.08	607.10	980.42	0.02
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3203.159	H1. T=500 años	49.54	126.60	128.41	128.41	128.41	0.000007	0.09	607.10	980.42	0.02



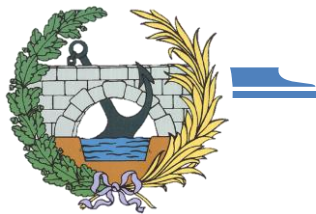
“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chl
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3180.936	H1. T=10 años	24.62	126.40	128.20	128.20	128.43	0.020800	2.19	12.17	1136.03	0.52
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3180.936	H1. T=100 años	41.60	126.40	128.22	128.22	128.22	0.000004	0.03	867.85	1138.83	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3180.936	H1. T=500 años	49.54	126.40	128.22	128.22	128.22	0.000006	0.04	867.85	1138.83	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3100	CULVERT										
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2907.181	H1. T=10 años	24.62	123.80	125.46	125.15	125.52	0.008021	1.00	24.09	468.77	0.25
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2907.181	H1. T=100 años	41.60	123.80	125.61	125.49	125.67	0.004646	0.81	40.93	501.22	0.19
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2907.181	H1. T=500 años	49.54	123.80	125.68	125.52	125.74	0.003322	0.70	50.66	515.46	0.16
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2559.902	H1. T=10 años	24.62	120.65	122.61	122.27	122.99	0.006849	2.79	9.47	309.56	0.68
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2559.902	H1. T=100 años	41.60	120.65	123.01	123.01	123.59	0.008269	3.52	14.63	395.37	0.77
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2559.902	H1. T=500 años	49.54	120.65	123.04	123.04	123.82	0.011031	4.11	15.08	399.66	0.90
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2400	CULVERT										
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2249.945	H1. T=10 años	24.62	117.00	119.11	117.94	119.17	0.000573	1.14	21.61	25.15	0.27
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2249.945	H1. T=100 años	41.60	117.00	119.92	118.31	119.94	0.000185	0.79	63.14	148.29	0.16
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2249.945	H1. T=500 años	49.54	117.00	120.14	118.46	120.15	0.000085	0.57	128.58	155.61	0.11
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2214.132	H1. T=10 años	24.62	117.07	118.63	118.49	119.08	0.008169	2.97	8.28	6.64	0.85
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2214.132	H1. T=100 años	41.60	117.07	119.42	119.00	119.88	0.005464	3.00	13.88	7.57	0.71
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2214.132	H1. T=500 años	49.54	117.07	119.43	119.19	120.08	0.007645	3.55	13.95	7.59	0.84
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1940.109	H1. T=10 años	24.62	115.22	116.93	116.62	117.25	0.005406	2.48	9.95	7.71	0.70
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1940.109	H1. T=100 años	41.60	115.22	117.10	117.10	117.80	0.010968	3.69	11.27	8.04	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1940.109	H1. T=500 años	49.54	115.22	117.62	117.29	118.13	0.006383	3.16	15.67	9.07	0.77
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1674.167	H1. T=10 años	24.62	114.14	115.55	115.32	115.81	0.005263	2.27	10.83	48.98	0.72
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1674.167	H1. T=100 años	41.60	114.14	116.20	115.71	116.22	0.000572	0.94	66.40	182.61	0.25
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1674.167	H1. T=500 años	49.54	114.14	116.12	115.87	116.53	0.005461	2.82	17.56	167.57	0.77
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1285.484	H1. T=10 años	24.62	111.69	113.41	113.12	113.73	0.005465	2.48	9.93	17.39	0.72
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1285.484	H1. T=100 años	41.60	111.69	113.62	113.62	114.26	0.010329	3.56	11.68	36.27	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1285.484	H1. T=500 años	49.54	111.69	113.95	113.95	114.36	0.005796	2.97	21.16	106.71	0.77
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	487.1035	H1. T=10 años	24.62	108.46	109.45	109.21	109.56	0.005179	1.09	18.18	114.06	0.49
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	487.1035	H1. T=100 años	41.60	108.46	109.79	109.47	109.90	0.004987	1.32	29.54	219.77	0.46
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	487.1035	H1. T=500 años	49.54	108.46	109.92	109.56	110.02	0.004937	1.40	35.07	267.25	0.46
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	179.0379	H1. T=10 años	24.62	105.81	106.72	106.72	107.04	0.016458	2.50	9.85	15.51	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	179.0379	H1. T=100 años	41.60	105.81	107.01	107.01	107.41	0.016301	2.83	14.71	19.82	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	179.0379	H1. T=500 años	49.54	105.81	107.13	107.13	107.56	0.016078	2.90	17.07	29.17	1.00



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



Hipótesis #2. Tabla de resultados estándar 1 HecRAS

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chl
Rio Saja	1CauceEste	7208.568	H2. T=10 años	407.63	147.57	151.52		151.89	0.001398	2.77	160.51	56.48	0.47
Rio Saja	1CauceEste	7208.568	H2. T=100 años	576.23	147.57	152.67		153.05	0.001005	2.83	228.33	61.54	0.42
Rio Saja	1CauceEste	7208.568	H2. T=500 años	876.85	147.57	154.44		154.83	0.000717	2.95	341.97	67.32	0.37
Rio Saja	1CauceEste	7079.696	H2. T=10 años	407.63	146.54	151.37		151.68	0.001659	2.49	169.05	50.33	0.40
Rio Saja	1CauceEste	7079.696	H2. T=100 años	576.23	146.54	152.55		152.89	0.001323	2.64	232.29	56.83	0.37
Rio Saja	1CauceEste	7079.696	H2. T=500 años	876.85	146.54	154.33		154.72	0.001044	2.86	342.55	66.92	0.35
Rio Saja	1CauceEste	6933.05	H2. T=10 años	407.63	145.36	149.35	149.35	151.02	0.012202	5.72	71.20	21.35	1.00
Rio Saja	1CauceEste	6933.05	H2. T=100 años	576.23	145.36	150.28	150.28	152.30	0.011059	6.29	92.80	25.23	0.98
Rio Saja	1CauceEste	6933.05	H2. T=500 años	876.85	145.36	151.74	151.74	154.18	0.009143	6.98	134.14	31.73	0.94
Rio Saja	1CauceEste	6852.359	H2. T=10 años	407.63	145.12	149.50	148.55	149.95	0.003493	2.98	136.86	52.67	0.58
Rio Saja	1CauceEste	6852.359	H2. T=100 años	576.23	145.12	150.12	149.13	150.72	0.003807	3.43	167.96	54.40	0.60
Rio Saja	1CauceEste	6852.359	H2. T=500 años	876.85	145.12	151.02	149.93	151.87	0.004156	4.08	214.87	56.96	0.64
Rio Saja	1CauceEste	6848		BRIDGE									
Rio Saja	1CauceEste	6843.024	H2. T=10 años	407.63	145.01	149.35	148.47	149.79	0.007391	2.95	138.15	54.95	0.57
Rio Saja	1CauceEste	6843.024	H2. T=100 años	576.23	145.01	149.90	149.00	150.51	0.007909	3.46	166.61	56.44	0.61
Rio Saja	1CauceEste	6843.024	H2. T=500 años	876.85	145.01	150.57	149.76	151.54	0.009834	4.37	200.78	58.41	0.71
Rio Saja	1CauceEste	6723.356	H2. T=10 años	407.63	145.48	148.22	147.89	148.93	0.006675	3.75	118.50	77.98	0.77
Rio Saja	1CauceEste	6723.356	H2. T=100 años	576.23	145.48	148.68	148.53	149.60	0.006963	4.32	159.81	91.97	0.81
Rio Saja	1CauceEste	6723.356	H2. T=500 años	876.85	145.48	149.41	149.29	150.56	0.006780	4.95	228.51	96.69	0.83
Rio Saja	1CauceEste	6510.348	H2. T=10 años	407.63	144.24	146.74	146.42	147.21	0.009008	3.02	136.11	89.33	0.63
Rio Saja	1CauceEste	6510.348	H2. T=100 años	576.23	144.24	147.15	146.82	147.73	0.009970	3.54	177.97	176.05	0.69
Rio Saja	1CauceEste	6510.348	H2. T=500 años	876.85	144.24	147.47	147.46	148.43	0.015019	4.68	214.52	191.76	0.86
Rio Saja	1CauceEste	6331.042	H2. T=10 años	407.63	141.34	145.27	145.27	145.79	0.006537	3.64	142.16	137.64	0.70
Rio Saja	1CauceEste	6331.042	H2. T=100 años	576.23	141.34	145.58	145.58	146.19	0.006964	4.03	191.38	210.10	0.73
Rio Saja	1CauceEste	6331.042	H2. T=500 años	876.85	141.34	146.09	146.09	146.64	0.005956	4.12	323.51	263.72	0.69
Rio Saja	1CauceEste	6016.776	H2. T=10 años	407.63	139.05	142.86	142.65	143.13	0.007809	2.67	199.86	205.05	0.54
Rio Saja	1CauceEste	6016.776	H2. T=100 años	576.23	139.05	143.30	142.88	143.54	0.005902	2.59	297.91	382.86	0.48
Rio Saja	1CauceEste	6016.776	H2. T=500 años	876.85	139.05	143.52	143.30	143.83	0.007431	3.05	390.59	410.25	0.55
Rio Saja	1CauceEste	5714.046	H2. T=10 años	407.63	136.98	140.52	140.49	140.79	0.008348	2.55	187.88	394.89	0.57
Rio Saja	1CauceEste	5714.046	H2. T=100 años	576.23	136.98	140.59	140.59	141.06	0.013579	3.33	202.16	420.14	0.73
Rio Saja	1CauceEste	5714.046	H2. T=500 años	876.85	136.98	140.80	140.80	141.22	0.011488	3.26	326.58	455.51	0.68
Rio Saja	1CauceEste	5438.49	H2. T=10 años	407.63	135.67	138.16	138.16	138.76	0.006319	3.55	146.13	580.80	0.89
Rio Saja	1CauceEste	5438.49	H2. T=100 años	576.23	135.67	138.20	138.20	138.27	0.001158	1.53	585.84	598.07	0.38
Rio Saja	1CauceEste	5438.49	H2. T=500 años	876.85	135.67	138.20	138.20	138.35	0.002681	2.34	585.84	598.07	0.58
Rio Saja	1CauceEste	4670.44	H2. T=10 años	407.63	126.76	130.24	129.92	131.05	0.004870	3.98	102.37	100.53	0.83
Rio Saja	1CauceEste	4670.44	H2. T=100 años	576.23	126.76	130.53	130.53	131.81	0.006858	5.01	115.00	124.05	1.00
Rio Saja	1CauceEste	4670.44	H2. T=500 años	876.85	126.76	131.72	131.72	132.58	0.003799	4.37	298.85	455.24	0.83
Rio Saja	1CauceEste	4486.89	H2. T=10 años	407.63	125.60	128.63	128.60	129.66	0.012775	4.50	90.50	135.99	0.99
Rio Saja	1CauceEste	4486.89	H2. T=100 años	576.23	125.60	129.30	129.30	129.86	0.008700	3.71	225.84	330.20	0.75
Rio Saja	1CauceEste	4486.89	H2. T=500 años	876.85	125.60	129.58	129.58	130.45	0.012405	4.75	273.96	357.36	0.92
Rio Saja	1CauceEste	4008.027	H2. T=10 años	407.63	121.82	124.40	124.40	124.84	0.007568	3.26	189.52	300.73	0.70
Rio Saja	1CauceEste	4008.027	H2. T=100 años	576.23	121.82	124.65	124.65	125.11	0.007829	3.56	265.58	326.49	0.73
Rio Saja	1CauceEste	4008.027	H2. T=500 años	876.85	121.82	125.19	124.98	125.59	0.005937	3.54	406.23	459.41	0.66
Rio Saja	1CauceEste	3615.332	H2. T=10 años	407.63	118.74	121.22	120.95	121.36	0.005283	1.89	257.22	429.24	0.44
Rio Saja	1CauceEste	3615.332	H2. T=100 años	576.23	118.74	121.67	120.95	121.80	0.003913	1.88	382.38	668.31	0.40
Rio Saja	1CauceEste	3615.332	H2. T=500 años	876.85	118.74	121.49	121.14	121.96	0.014860	3.47	303.39	547.33	0.76



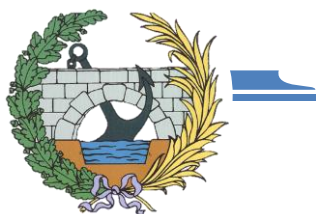
“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chl
Rio Saja	1CauceEste	3236.009	H2. T=10 años	407.63	115.20	117.95	117.95	118.69	0.009708	4.00	127.32	464.62	1.02
Rio Saja	1CauceEste	3236.009	H2. T=100 años	576.23	115.20	118.11	118.11	119.29	0.014732	5.08	146.91	535.86	1.23
Rio Saja	1CauceEste	3236.009	H2. T=500 años	876.85	115.20	118.25	118.25	118.54	0.006091	3.35	512.38	630.88	0.78
Rio Saja	1CauceEste	2768.31	H2. T=10 años	407.63	111.33	113.43	113.34	113.86	0.005404	2.91	152.61	591.75	0.89
Rio Saja	1CauceEste	2768.31	H2. T=100 años	576.23	111.33	113.93	113.68	114.26	0.003539	2.63	253.40	820.73	0.70
Rio Saja	1CauceEste	2768.31	H2. T=500 años	876.85	111.33	114.01	114.01	114.69	0.007025	3.78	269.66	857.65	0.98
Rio Saja	1CauceEste	2326.999	H2. T=10 años	407.63	107.44	110.28	109.88	110.50	0.010962	2.09	195.09	537.40	0.59
Rio Saja	1CauceEste	2326.999	H2. T=100 años	576.23	107.44	110.12	110.12	110.70	0.033497	3.36	171.63	512.52	1.00
Rio Saja	1CauceEste	2326.999	H2. T=500 años	876.85	107.44	110.53	110.53	110.64	0.003250	1.28	617.87	556.29	0.33
Rio Saja	1CauceEste	2033.65	H2. T=10 años	407.63	104.45	107.05	107.05	107.28	0.010574	2.77	223.87	378.54	0.82
Rio Saja	1CauceEste	2033.65	H2. T=100 años	576.23	104.45	107.15	107.15	107.47	0.013142	3.27	262.10	394.38	0.93
Rio Saja	1CauceEste	2033.65	H2. T=500 años	876.85	104.45	107.37	107.37	107.76	0.013029	3.63	354.71	436.25	0.95
Rio Saja	CauceUnion	1570.073	H2. T=10 años	466.44	101.70	105.00	104.58	105.14	0.002298	1.99	297.22	232.56	0.42
Rio Saja	CauceUnion	1570.073	H2. T=100 años	670.75	101.70	105.66	104.78	105.78	0.001294	1.76	451.99	269.25	0.33
Rio Saja	CauceUnion	1570.073	H2. T=500 años	1021.54	101.70	105.29	105.08	105.73	0.005855	3.43	364.74	241.54	0.68
Rio Saja	CauceUnion	1310.501	H2. T=10 años	466.44	99.05	103.39	102.91	104.12	0.007241	3.79	123.24	246.40	0.75
Rio Saja	CauceUnion	1310.501	H2. T=100 años	670.75	99.05	103.53	103.53	104.89	0.012545	5.16	130.05	288.75	1.00
Rio Saja	CauceUnion	1310.501	H2. T=500 años	1021.54	99.05	104.20	104.20	104.53	0.003657	3.23	491.26	384.80	0.56
Rio Saja	CauceUnion	1106.596	H2. T=10 años	466.44	98.24	101.80	101.42	102.46	0.008932	3.61	129.34	266.83	0.77
Rio Saja	CauceUnion	1106.596	H2. T=100 años	670.75	98.24	102.16	102.00	102.33	0.002687	2.13	398.22	329.89	0.43
Rio Saja	CauceUnion	1106.596	H2. T=500 años	1021.54	98.24	102.26	102.12	102.58	0.005096	3.00	429.18	336.24	0.59
Rio Saja	CauceUnion	879.2057	H2. T=10 años	466.44	97.24	101.08	99.89	101.27	0.002821	1.93	252.77	307.89	0.38
Rio Saja	CauceUnion	879.2057	H2. T=100 años	670.75	97.24	100.68	100.27	101.24	0.010632	3.33	204.14	245.91	0.73
Rio Saja	CauceUnion	879.2057	H2. T=500 años	1021.54	97.24	101.47	100.88	101.68	0.003286	2.29	551.30	346.53	0.43
Rio Saja	CauceUnion	661.3708	H2. T=10 años	466.44	95.89	99.60	99.06	100.20	0.009659	3.45	140.62	254.30	0.68
Rio Saja	CauceUnion	661.3708	H2. T=100 años	670.75	95.89	100.43	99.62	100.51	0.000981	1.32	538.04	318.41	0.23
Rio Saja	CauceUnion	661.3708	H2. T=500 años	1021.54	95.89	101.20	99.68	101.27	0.000703	1.27	831.30	407.07	0.20
Rio Saja	CauceUnion	572.5843	H2. T=10 años	466.44	95.85	98.55	98.36	99.40	0.007913	4.08	115.26	136.45	0.87
Rio Saja	CauceUnion	572.5843	H2. T=100 años	670.75	95.85	99.16	98.93	100.23	0.007305	4.59	149.22	154.30	0.87
Rio Saja	CauceUnion	572.5843	H2. T=500 años	1021.54	95.85	101.03	99.30	101.20	0.000755	2.06	583.72	205.21	0.30
Rio Saja	CauceUnion	493.2343	H2. T=10 años	466.44	95.25	98.44	97.73	98.95	0.002741	3.16	147.74	67.31	0.62
Rio Saja	CauceUnion	493.2343	H2. T=100 años	670.75	95.25	99.11	98.26	99.78	0.002647	3.61	185.65	68.87	0.64
Rio Saja	CauceUnion	493.2343	H2. T=500 años	1021.54	95.25	100.12	99.04	101.02	0.002526	4.22	242.32	73.25	0.65
Rio Saja	CauceUnion	487		BRIDGE									
Rio Saja	CauceUnion	483.9603	H2. T=10 años	466.44	95.25	97.74	97.64	98.61	0.008198	4.12	113.29	65.02	0.93
Rio Saja	CauceUnion	483.9603	H2. T=100 años	670.75	95.25	98.25	98.17	99.39	0.007960	4.72	142.14	66.42	0.95
Rio Saja	CauceUnion	483.9603	H2. T=500 años	1021.54	95.25	98.96	98.96	100.57	0.008109	5.62	181.93	68.06	1.00
Rio Saja	CauceUnion	407.4813	H2. T=10 años	466.44	94.19	97.28	96.68	97.76	0.011317	3.07	152.01	107.79	0.65
Rio Saja	CauceUnion	407.4813	H2. T=100 años	670.75	94.19	97.93	97.18	98.53	0.010604	3.41	196.54	140.85	0.65
Rio Saja	CauceUnion	407.4813	H2. T=500 años	1021.54	94.19	98.70	97.90	99.55	0.011105	4.09	250.80	166.79	0.69
Rio Saja	CauceUnion	331.4269	H2. T=10 años	466.44	93.43	96.79	96.06	97.22	0.004617	2.93	159.77	131.32	0.60
Rio Saja	CauceUnion	331.4269	H2. T=100 años	670.75	93.43	97.46	96.56	98.01	0.004542	3.30	206.28	234.70	0.60
Rio Saja	CauceUnion	331.4269	H2. T=500 años	1021.54	93.43	97.95	97.29	98.90	0.006663	4.33	241.52	242.68	0.73
Rio Saja	CauceUnion	208.4697	H2. T=10 años	466.44	92.46	96.32	94.99	96.63	0.004395	2.46	190.01	240.33	0.45
Rio Saja	CauceUnion	208.4697	H2. T=100 años	670.75	92.46	96.97	95.52	97.40	0.004740	2.90	233.09	299.20	0.48
Rio Saja	CauceUnion	208.4697	H2. T=500 años	1021.54	92.46	97.88	96.30	98.19	0.002842	2.61	434.35	365.37	0.39



“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chl
Rio Saja	CauceUnion	97.21155	H2. T=10 años	466.44	92.20	94.65	94.65	95.54	0.031372	4.17	111.87	106.83	1.00
Rio Saja	CauceUnion	97.21155	H2. T=100 años	670.75	92.20	95.15	95.15	96.26	0.029451	4.67	143.76	179.95	1.00
Rio Saja	CauceUnion	97.21155	H2. T=500 años	1021.54	92.20	95.88	95.88	97.33	0.026474	5.34	192.17	312.50	0.99
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	5035.042	H2. T=10 años	58.81	141.18	143.27	143.17	143.33	0.004145	1.44	55.54	227.42	0.42
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	5035.042	H2. T=100 años	94.52	141.18	143.25	143.25	143.43	0.012082	2.44	53.32	226.35	0.71
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	5035.042	H2. T=500 años	144.70	141.18	143.37	143.37	143.61	0.012938	2.70	69.28	282.55	0.74
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4701.511	H2. T=10 años	58.81	138.55	140.68	140.68	140.89	0.024749	2.51	34.43	452.54	0.78
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4701.511	H2. T=100 años	94.52	138.55	140.85	140.85	140.86	0.000230	0.27	275.02	514.89	0.08
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4701.511	H2. T=500 años	144.70	138.55	140.85	140.85	140.87	0.000538	0.41	275.02	514.89	0.12
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4555.941	H2. T=10 años	58.81	137.39	140.40	139.86	140.40	0.000017	0.12	737.31	773.79	0.03
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4555.941	H2. T=100 años	94.52	137.39	139.97	139.97	139.98	0.000624	0.61	323.99	677.80	0.16
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4555.941	H2. T=500 años	144.70	137.39	139.97	139.97	139.99	0.001464	0.93	323.99	677.80	0.24
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4550	BRIDGE										
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4542.725	H2. T=10 años	58.81	137.45	139.63	139.62	140.33	0.017597	3.70	15.90	613.15	0.99
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4542.725	H2. T=100 años	94.52	137.45	139.82	139.82	139.84	0.000582	0.73	159.27	669.65	0.18
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4542.725	H2. T=500 años	144.70	137.45	139.84	139.84	139.85	0.000406	0.61	475.66	676.19	0.15
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4288.655	H2. T=10 años	58.81	134.94	136.59	136.59	136.71	0.011591	2.11	41.85	295.89	0.64
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4288.655	H2. T=100 años	94.52	134.94	136.68	136.68	136.85	0.013100	2.37	55.54	323.65	0.69
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	4288.655	H2. T=500 años	144.70	134.94	136.79	136.79	137.01	0.014058	2.61	71.48	340.34	0.73
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3814.674	H2. T=10 años	58.81	130.75	132.54	132.54	132.54	0.000003	0.05	1067.26	893.37	0.02
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3814.674	H2. T=100 años	94.52	130.75	132.54	132.54	132.54	0.000007	0.09	1067.26	893.37	0.03
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3814.674	H2. T=500 años	144.70	130.75	132.54	132.54	132.54	0.000016	0.13	1067.26	893.37	0.04
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3470.016	H2. T=10 años	58.81	127.88	130.45	130.29	130.45	0.000002	0.07	1329.58	825.51	0.02
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3470.016	H2. T=100 años	94.52	127.88	130.45	130.45	130.45	0.000004	0.12	1329.58	825.51	0.03
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3470.016	H2. T=500 años	144.70	127.88	130.45	130.45	130.45	0.000009	0.18	1329.58	825.51	0.04
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3468	BRIDGE										
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3463.621	H2. T=10 años	58.81	127.84	129.92	129.83	129.92	0.000004	0.04	1015.43	825.81	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3463.621	H2. T=100 años	94.52	127.84	130.12	129.92	130.12	0.000006	0.06	1177.61	833.45	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3463.621	H2. T=500 años	144.70	127.84	130.39	129.92	130.39	0.000008	0.07	1405.76	867.85	0.02
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3401.421	H2. T=10 años	58.81	127.95	129.86	129.27	129.92	0.002498	1.04	55.79	1003.26	0.27
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3401.421	H2. T=100 años	94.52	127.95	130.02	129.71	130.11	0.002957	1.21	72.10	1075.46	0.30
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3401.421	H2. T=500 años	144.70	127.95	130.39	129.89	130.39	0.000003	0.05	1754.54	1316.89	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3395	BRIDGE										
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3389.671	H2. T=10 años	58.81	127.99	129.38	129.38	129.51	0.014849	1.92	40.28	920.67	0.57
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3389.671	H2. T=100 años	94.52	127.99	129.49	129.49	129.66	0.017003	2.16	55.64	950.26	0.62
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3389.671	H2. T=500 años	144.70	127.99	129.61	129.61	129.81	0.017885	2.32	75.29	1010.56	0.64
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3203.159	H2. T=10 años	58.81	126.60	128.41	128.41	128.41	0.000010	0.11	607.10	980.42	0.03
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3203.159	H2. T=100 años	94.52	126.60	128.41	128.41	128.41	0.000027	0.18	607.10	980.42	0.04
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3203.159	H2. T=500 años	144.70	126.60	128.41	128.41	128.41	0.000062	0.28	607.10	980.42	0.07
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3180.936	H2. T=10 años	58.81	126.40	128.22	128.22	128.22	0.000008	0.04	867.85	1138.83	0.01
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3180.936	H2. T=100 años	94.52	126.40	128.22	128.22	128.22	0.000022	0.07	867.85	1138.83	0.02
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3180.936	H2. T=500 años	144.70	126.40	128.22	128.22	128.22	0.000051	0.11	867.85	1138.83	0.03
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	3100	CULVERT										



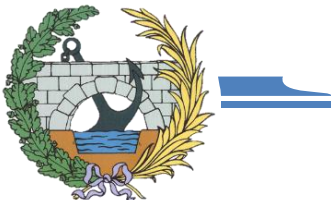
“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja:

Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña”

Anejo V. Resultados



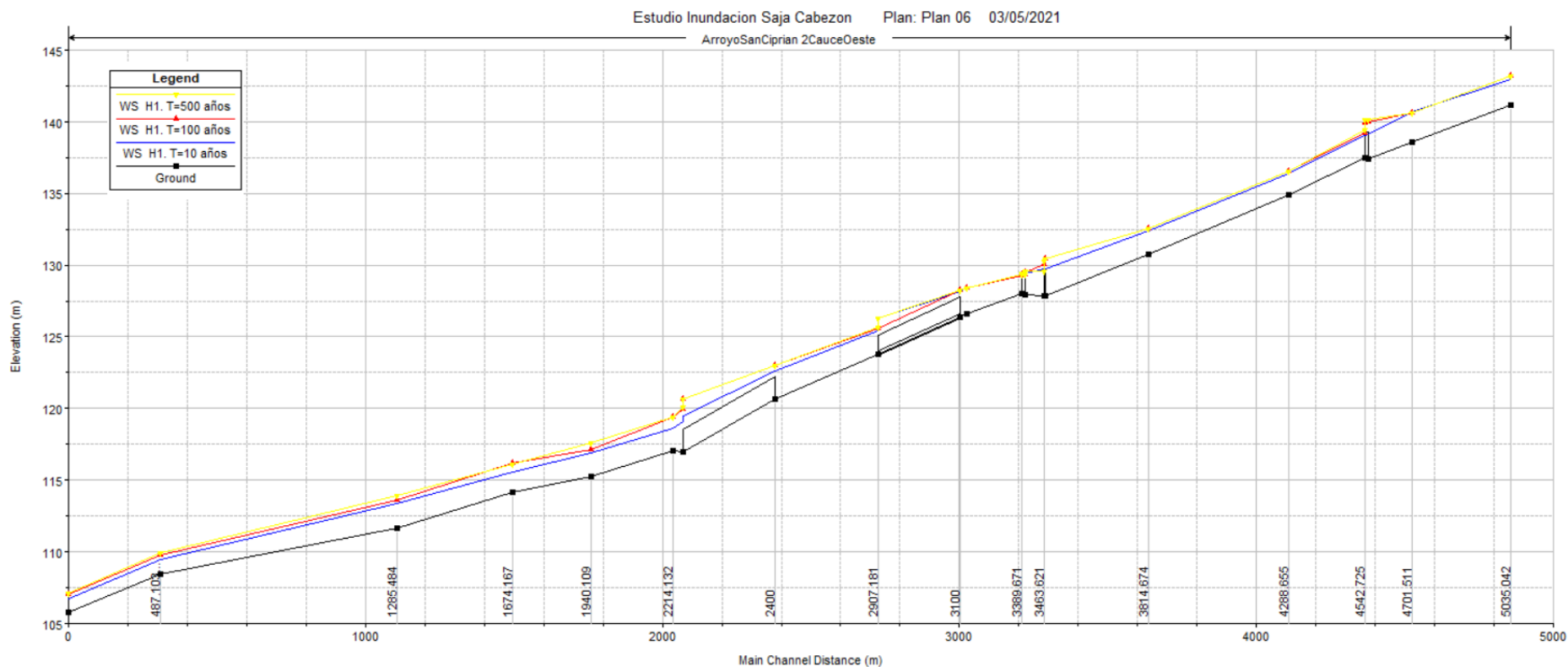
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
				(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	Chl
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2907.181	H2. T=10 años	58.81	123.80	125.56	125.56	125.72	0.014479	1.40	35.29	489.69	0.34
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2907.181	H2. T=100 años	94.52	123.80	125.69	125.69	125.88	0.011745	1.32	51.12	515.94	0.31
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2907.181	H2. T=500 años	144.70	123.80	125.82	125.82	126.05	0.010026	1.28	70.51	542.09	0.29
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2559.902	H2. T=10 años	58.81	120.65	123.07	123.07	123.07	0.000017	0.16	326.80	408.65	0.03
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2559.902	H2. T=100 años	94.52	120.65	123.07	123.07	123.07	0.000043	0.26	326.80	408.65	0.06
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2559.902	H2. T=500 años	144.70	120.65	123.07	123.07	123.08	0.000101	0.40	326.80	408.65	0.09
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2400	CULVERT										
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2249.945	H2. T=10 años	58.81	117.00	120.43	118.62	120.44	0.000055	0.49	169.44	163.10	0.09
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2249.945	H2. T=100 años	94.52	117.00	121.42	119.17	121.42	0.000018	0.34	381.17	241.59	0.05
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2249.945	H2. T=500 años	144.70	117.00	122.50	119.53	122.51	0.000009	0.28	786.49	553.46	0.04
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2214.132	H2. T=10 años	58.81	117.07	119.58	119.43	120.35	0.008747	3.91	15.05	7.82	0.90
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2214.132	H2. T=100 años	94.52	117.07	120.25	120.17	121.31	0.009438	4.56	20.72	101.76	0.96
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	2214.132	H2. T=500 años	144.70	117.07	121.00	121.00	122.37	0.009823	5.17	27.97	144.04	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1940.109	H2. T=10 años	58.81	115.22	118.03	117.50	118.48	0.004981	2.98	20.03	89.47	0.69
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1940.109	H2. T=100 años	94.52	115.22	118.40	118.40	119.10	0.006363	3.79	28.13	161.21	0.80
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1940.109	H2. T=500 años	144.70	115.22	118.90	118.90	118.95	0.000693	1.43	178.63	249.56	0.27
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1674.167	H2. T=10 años	58.81	114.14	116.03	116.03	116.69	0.009413	3.59	16.37	142.12	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1674.167	H2. T=100 años	94.52	114.14	116.17	116.17	116.32	0.003295	2.24	63.66	179.46	0.60
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1674.167	H2. T=500 años	144.70	114.14	116.24	116.24	116.51	0.005563	3.00	72.10	198.65	0.79
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1285.484	H2. T=10 años	58.81	111.69	114.02	114.02	114.50	0.006621	3.27	23.77	138.75	0.83
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1285.484	H2. T=100 años	94.52	111.69	114.20	114.20	114.37	0.003475	2.54	75.32	187.79	0.61
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	1285.484	H2. T=500 años	144.70	111.69	114.39	114.33	114.54	0.003014	2.54	115.32	308.30	0.58
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	487.1035	H2. T=10 años	58.81	108.46	109.65	109.65	109.97	0.015256	2.12	24.38	161.25	0.81
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	487.1035	H2. T=100 años	94.52	108.46	109.93	109.93	110.09	0.008922	1.91	57.69	277.79	0.61
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	487.1035	H2. T=500 años	144.70	108.46	109.97	109.97	110.29	0.017872	2.74	61.70	293.26	0.87
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	179.0379	H2. T=10 años	58.81	105.81	107.26	107.26	107.71	0.015857	2.97	19.78	39.18	1.00
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	179.0379	H2. T=100 años	94.52	105.81	107.65	107.65	108.18	0.015131	3.22	30.35	110.65	0.95
ArroyoSanCiprian	2CauceOeste	179.0379	H2. T=500 años	144.70	105.81	108.05	108.05	108.31	0.007813	2.63	92.93	166.70	0.67

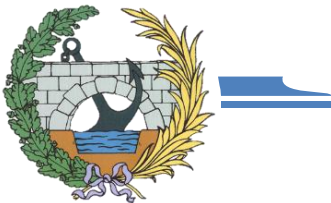


“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo V. Resultados

Perfil longitudinal para el cauce del arroyo de San Ciprián

Hipótesis #1

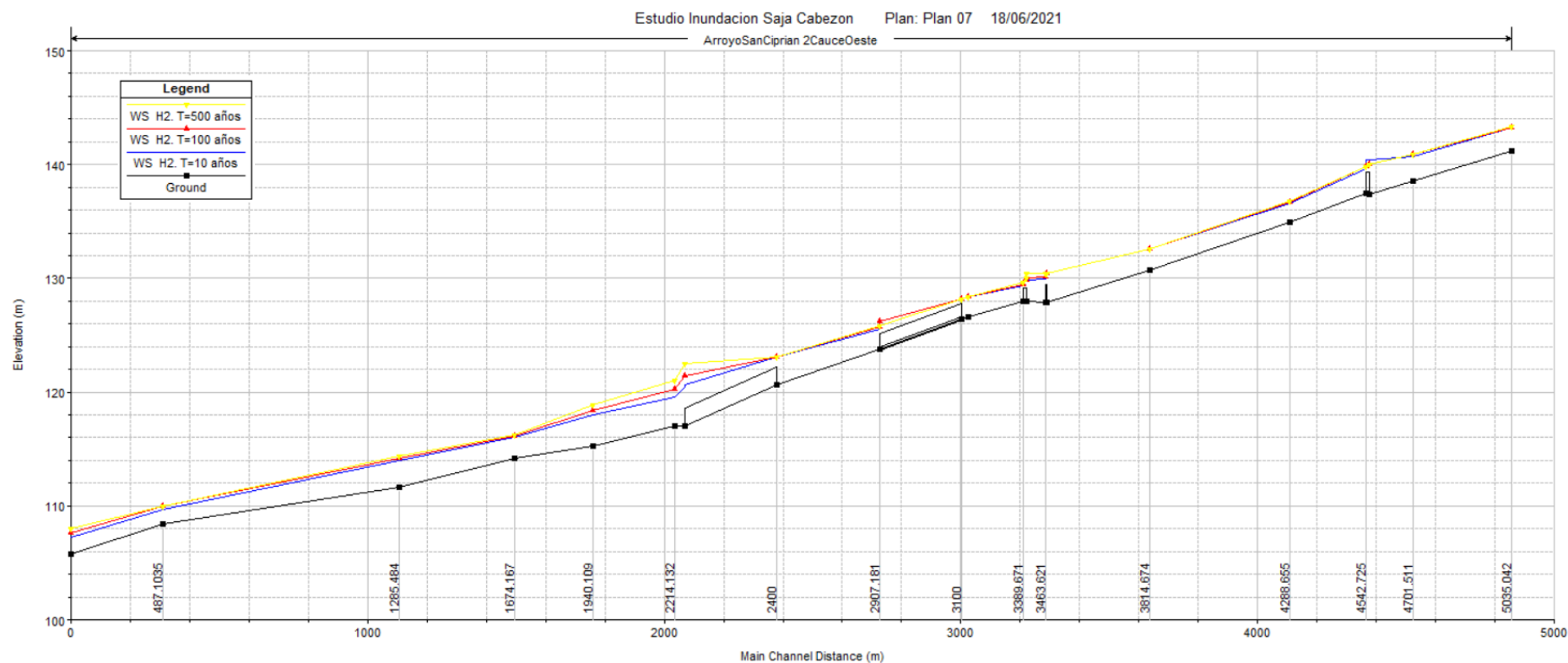




“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo V. Resultados

Perfil longitudinal para el cauce del arroyo de San Ciprián

Hipótesis #2

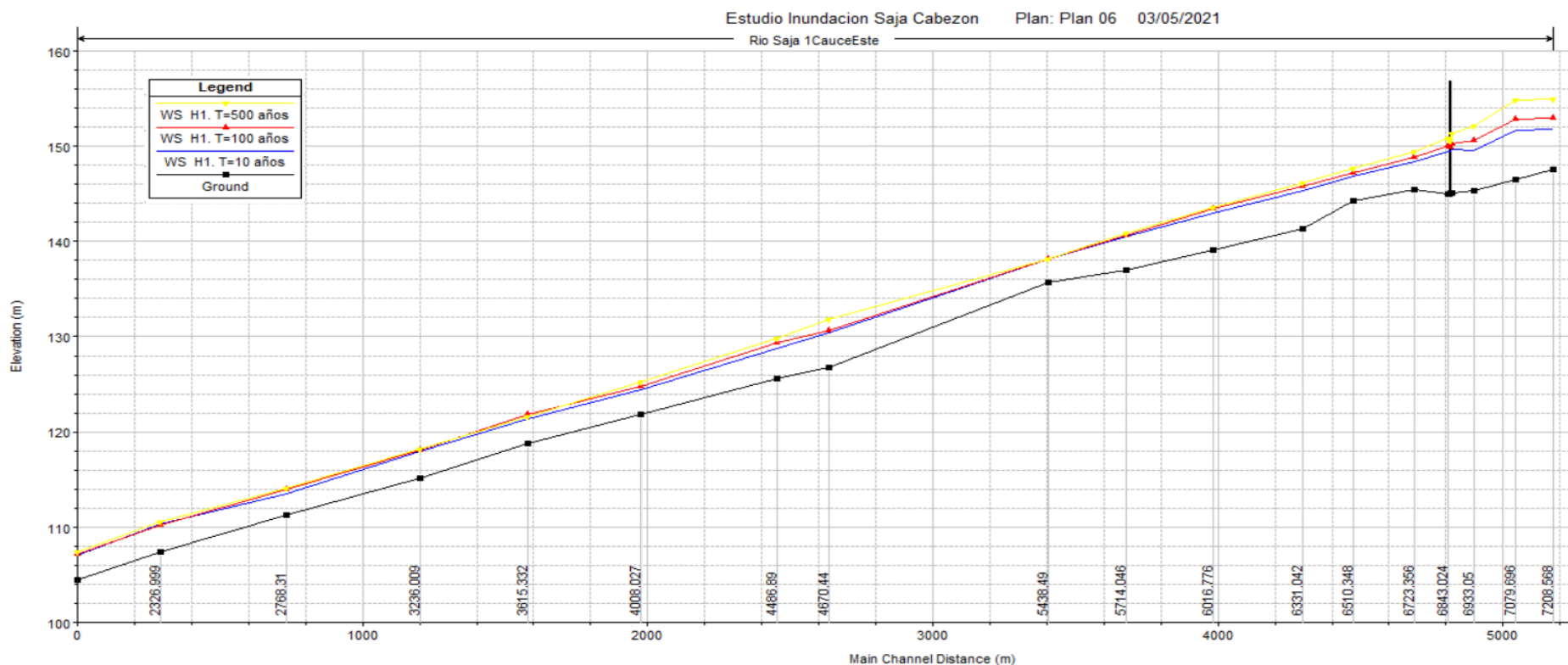




“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo V. Resultados

Perfil longitudinal para el cauce del río Saja, tramo hoz de Santa Lucía - Ontoria

Hipótesis #1

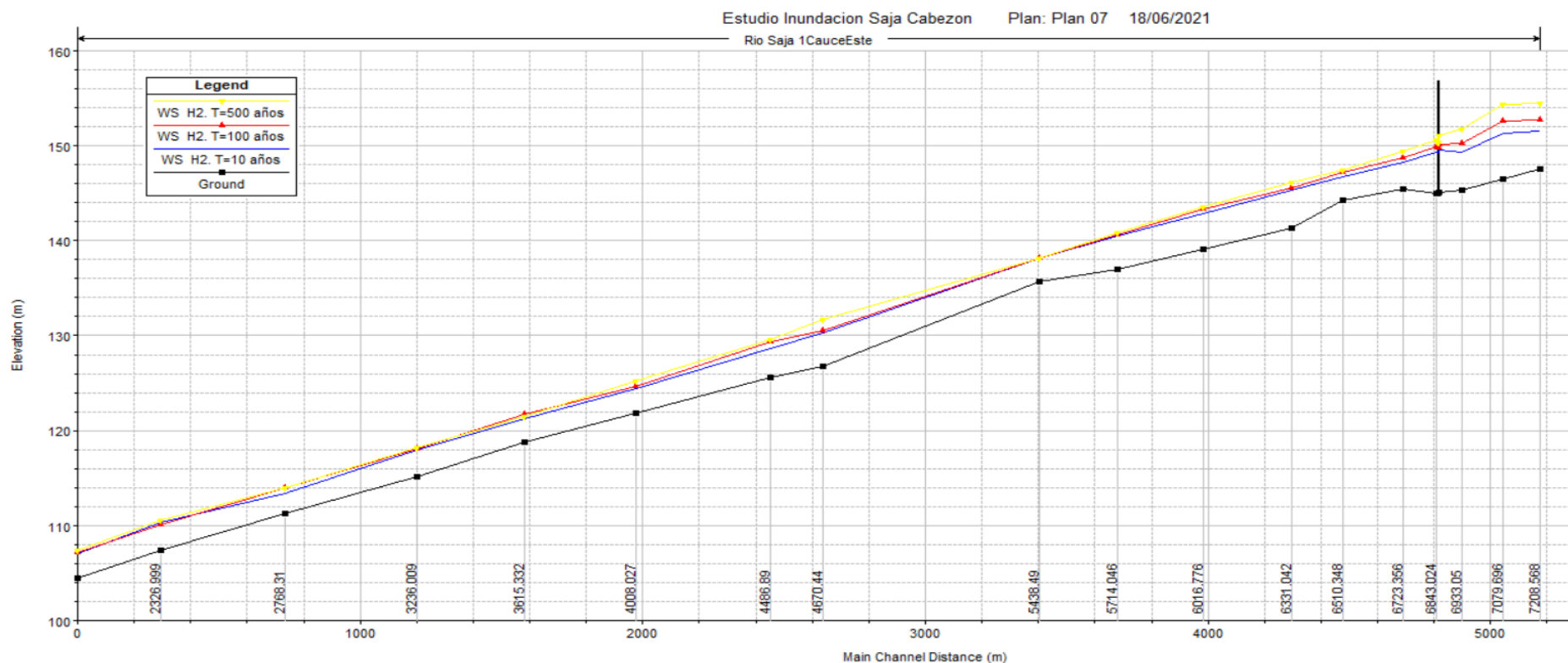


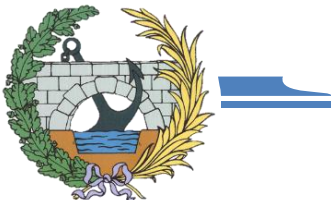


“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo V. Resultados

Perfil longitudinal para el cauce del río Saja, tramo hoz de Santa Lucía - Ontoria

Hipótesis #2

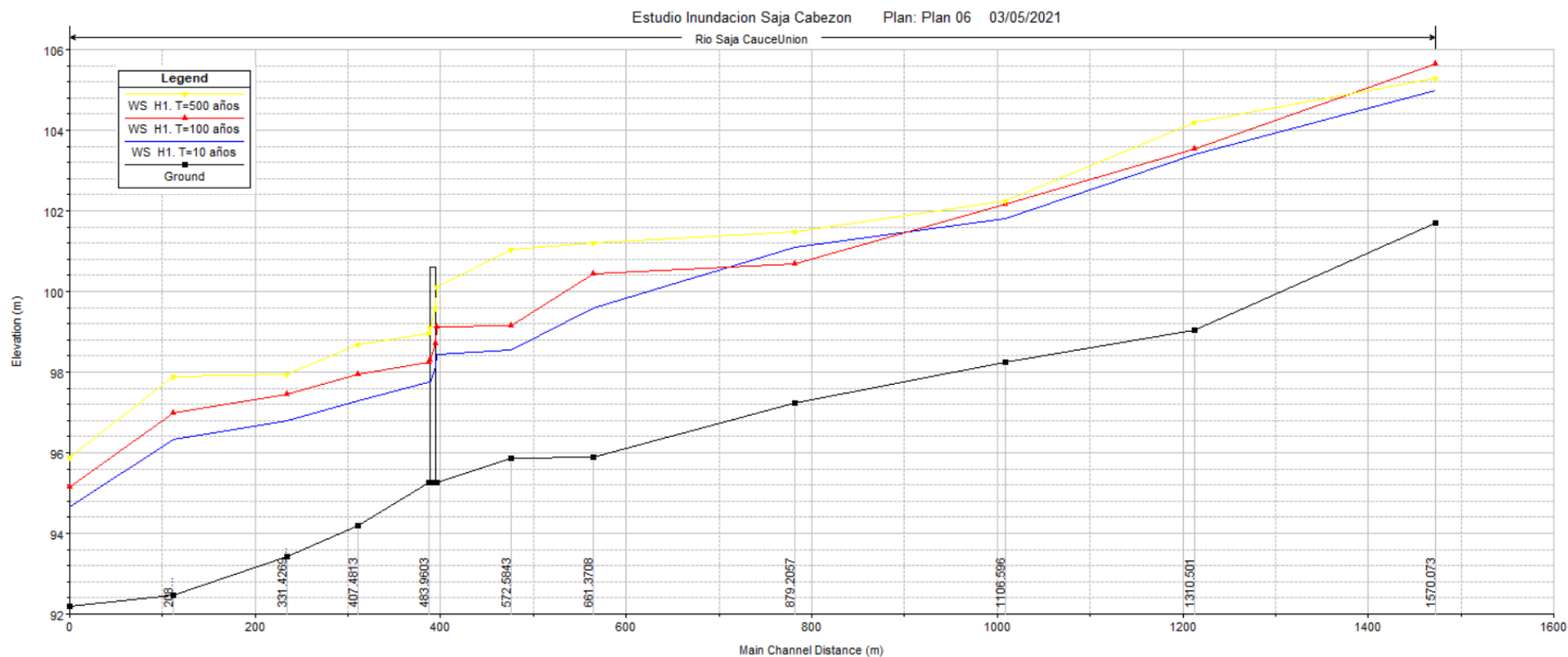


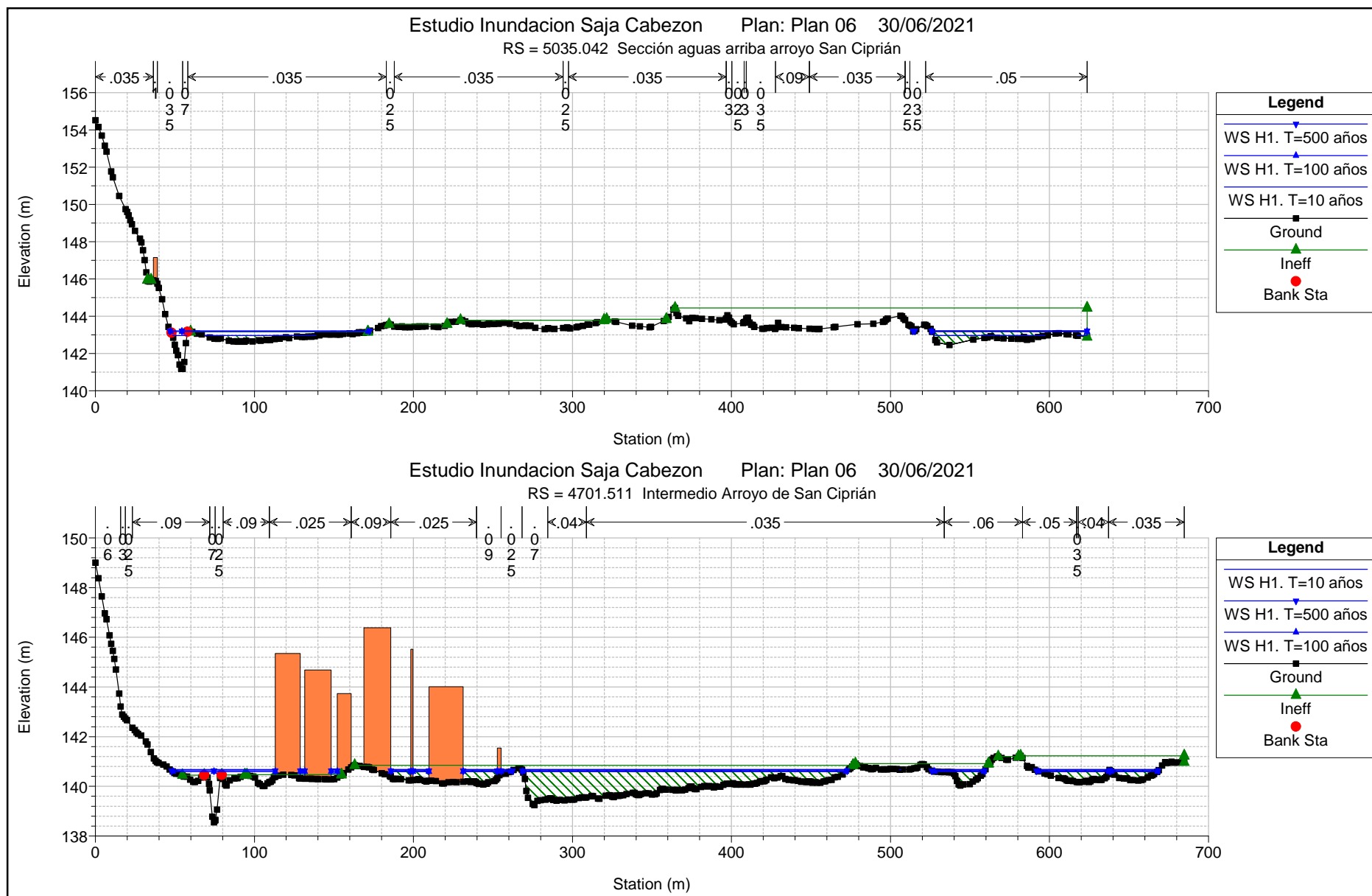


“Estudio de inundabilidad del tramo del río Saja: Hoz de Santa Lucía – Virgen de la Peña” Anejo V. Resultados

Perfil longitudinal para el cauce del río Saja, tramo Ontoria – Virgen de la Peña

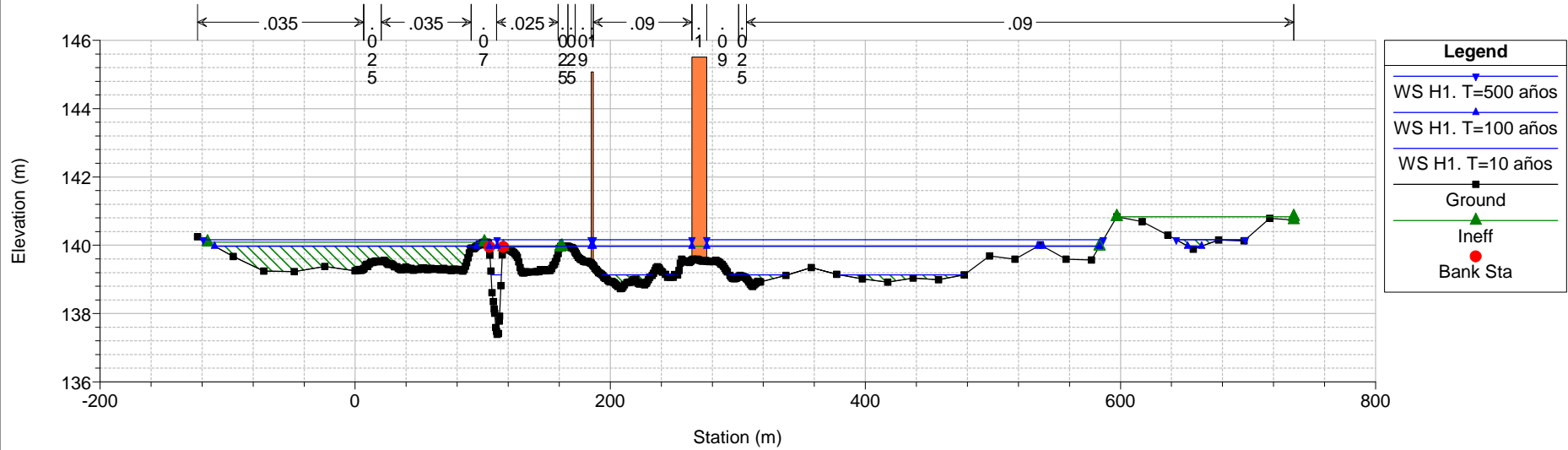
Hipótesis #1 y #2





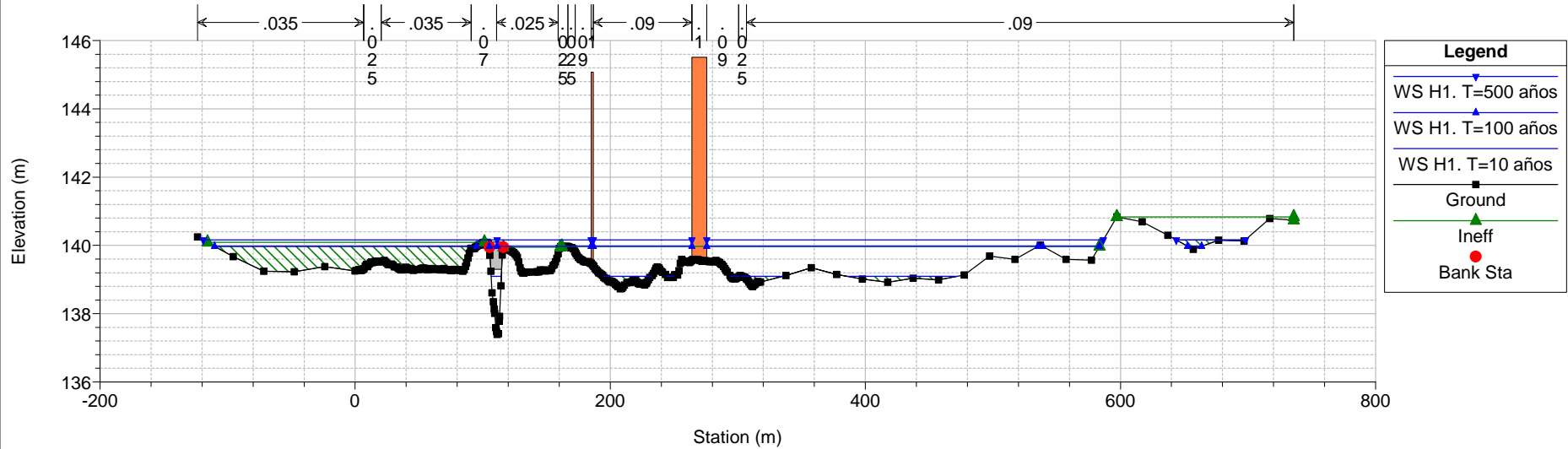
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

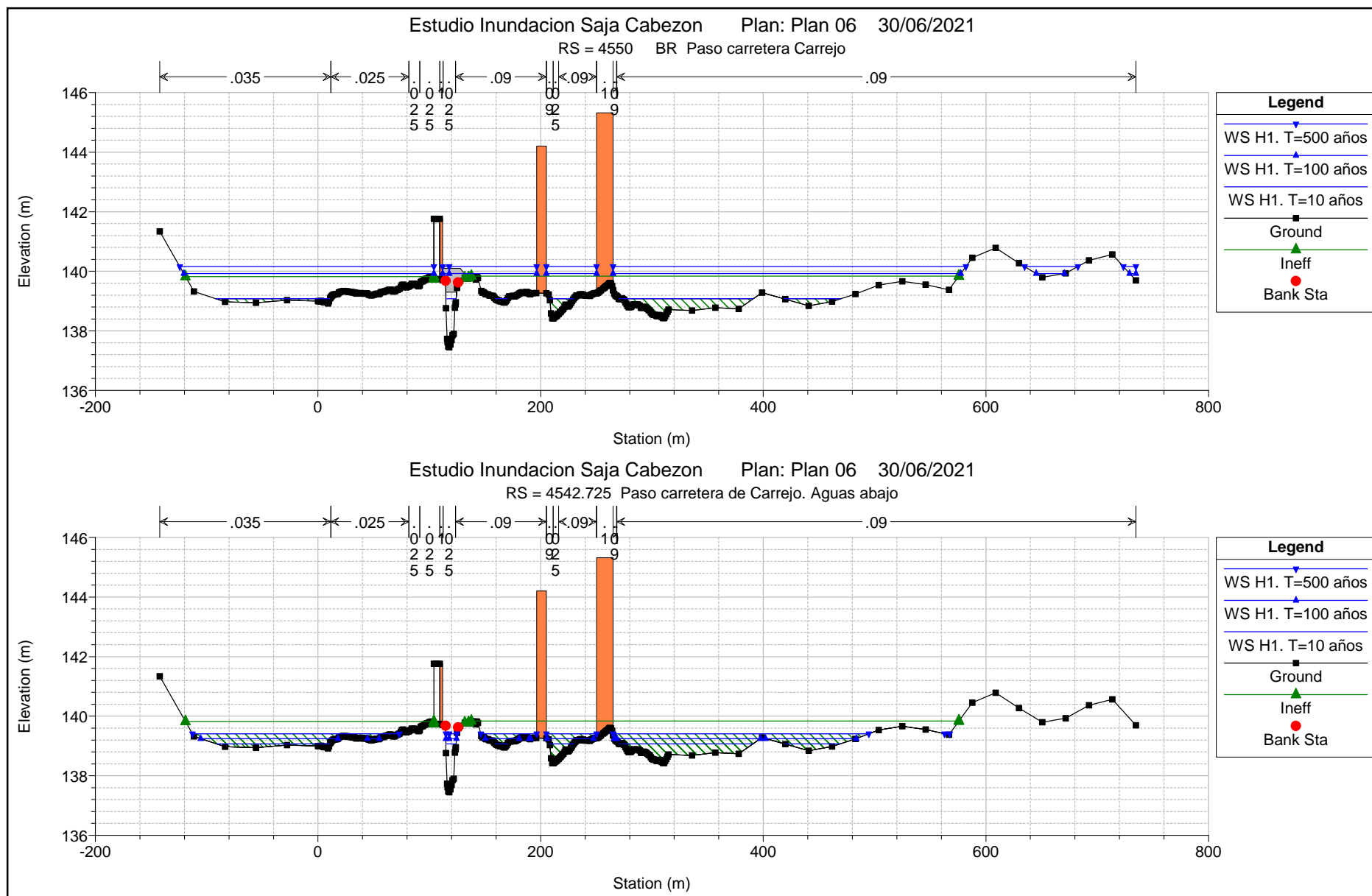
RS = 4555.941 Paso carretera de Carrejo. Aguas arriba.

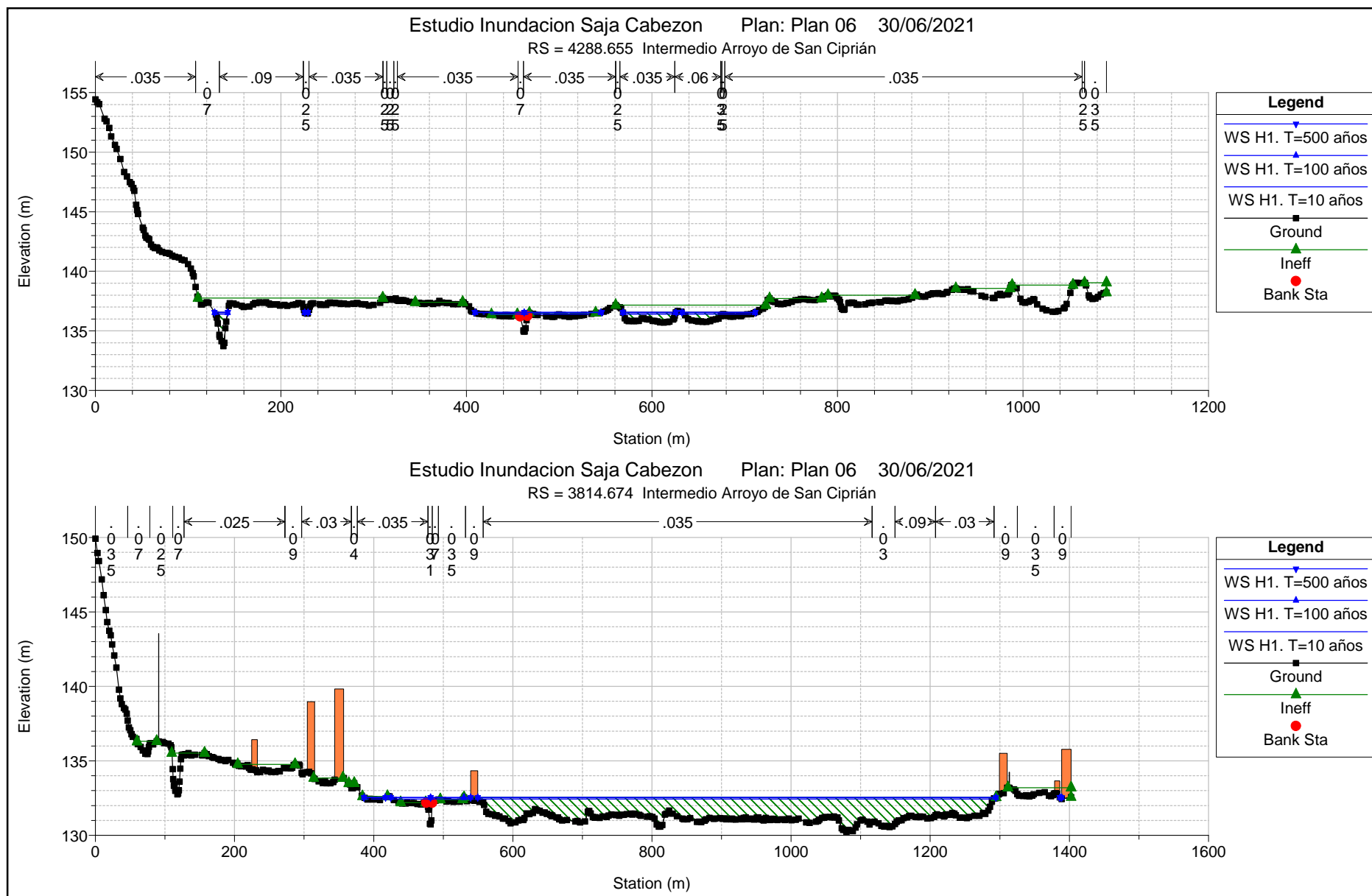


Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 4550 BR Paso carretera Carrejo

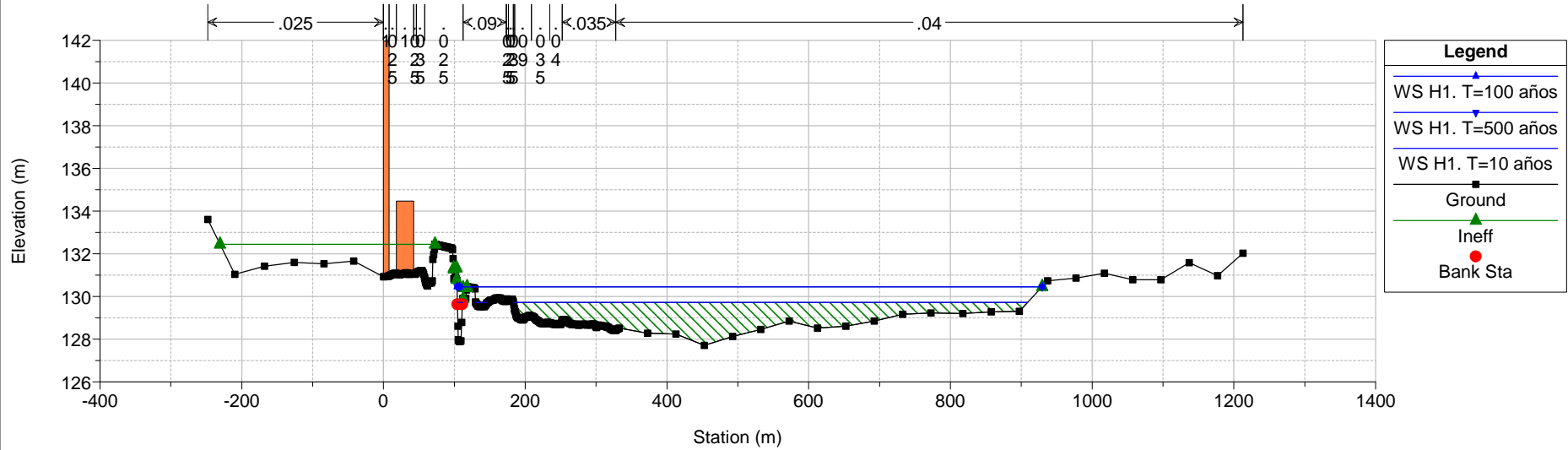






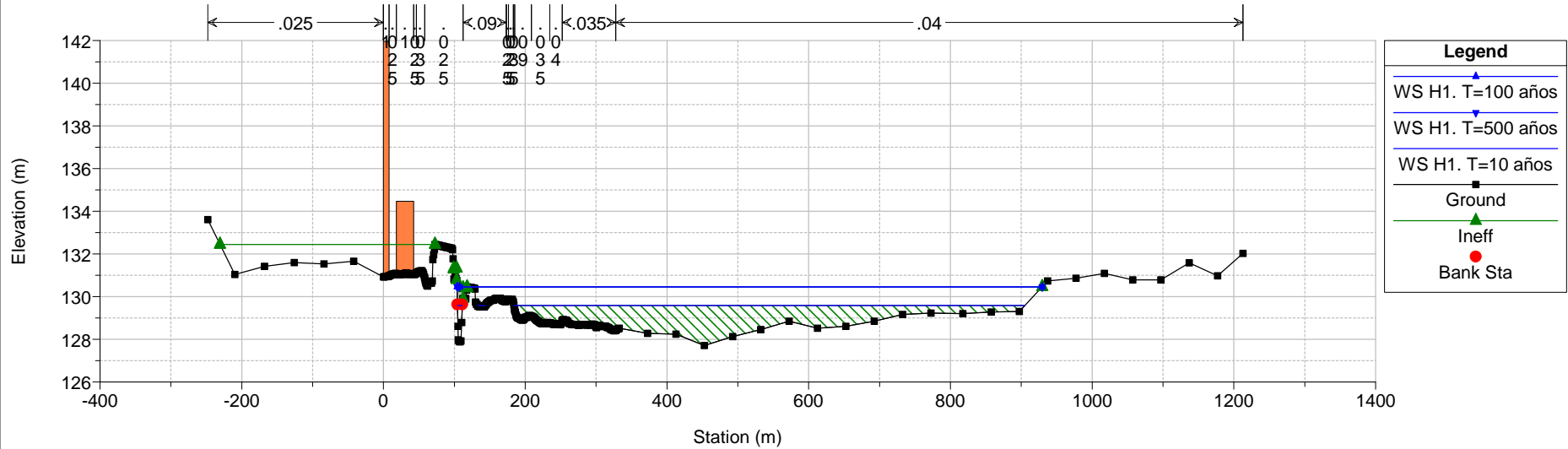
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

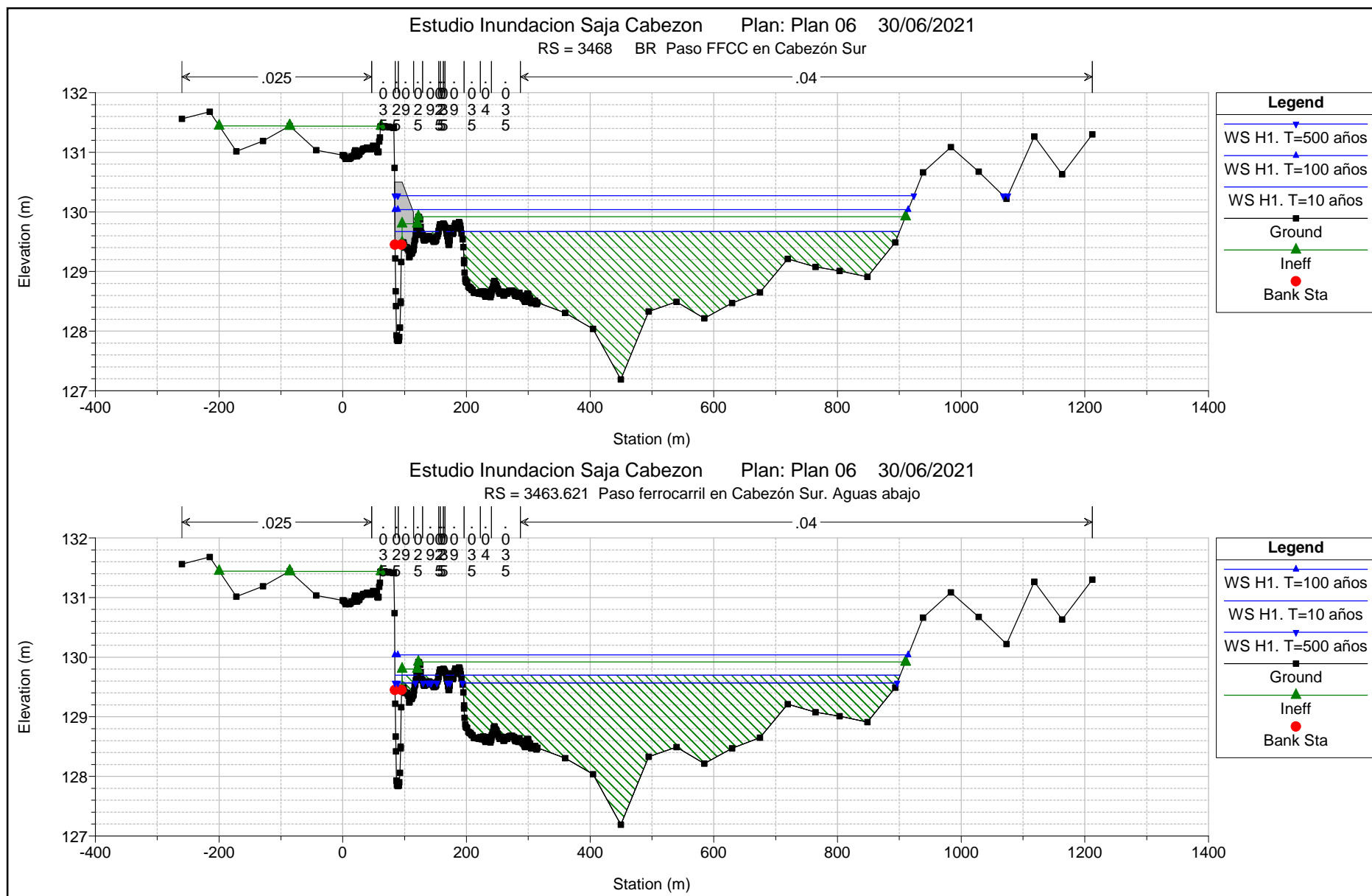
RS = 3470.016 Paso ferrocarril en Cabezón Sur. Aguas arriba

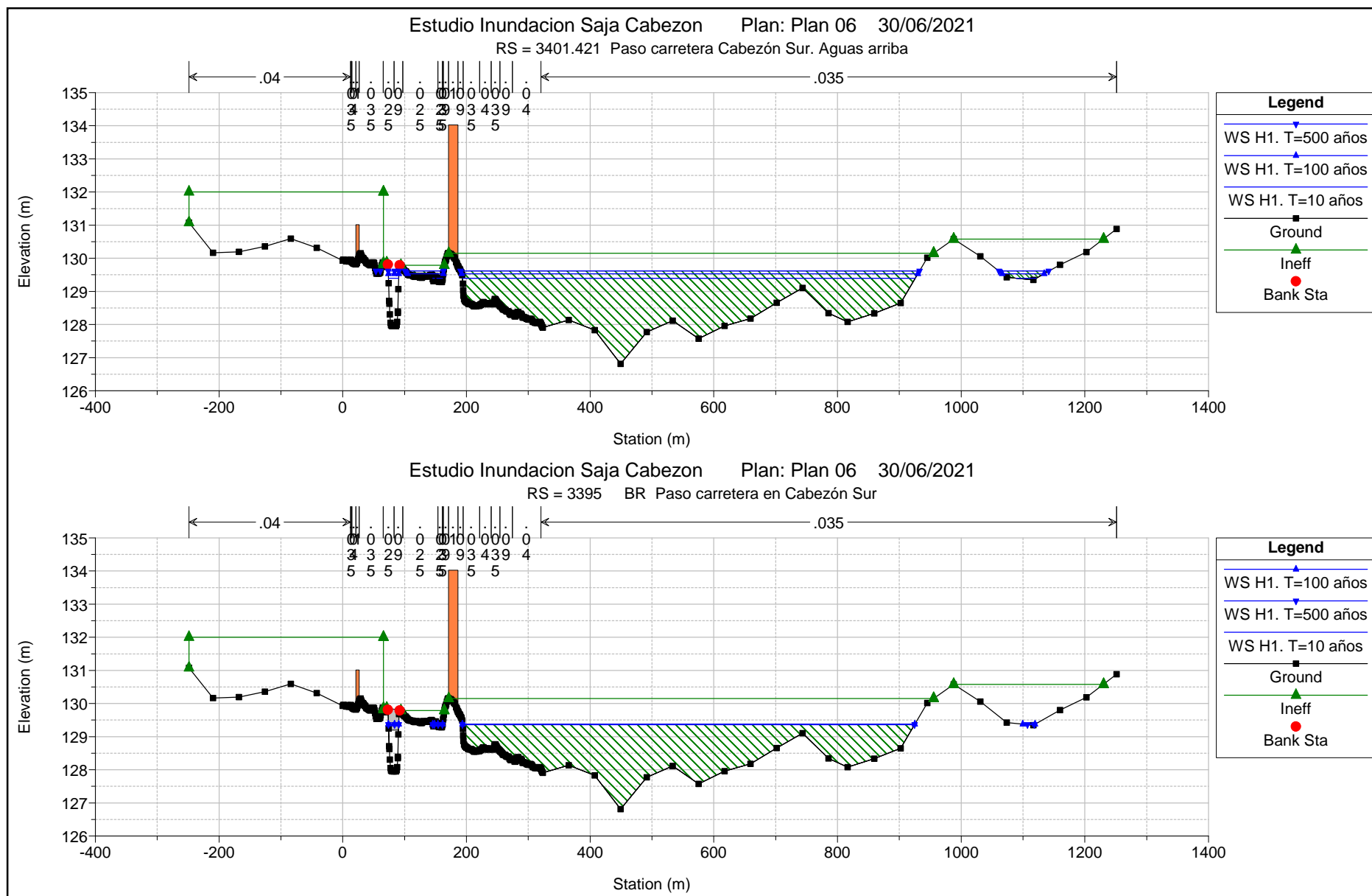


Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 3468 BR Paso FFCC en Cabezón Sur

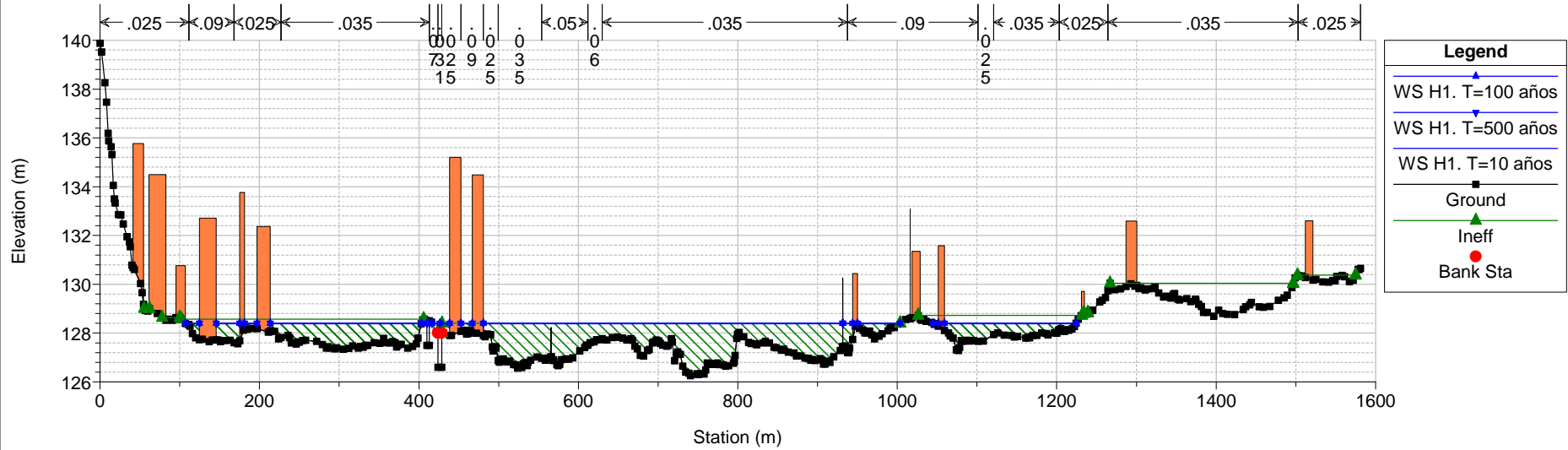






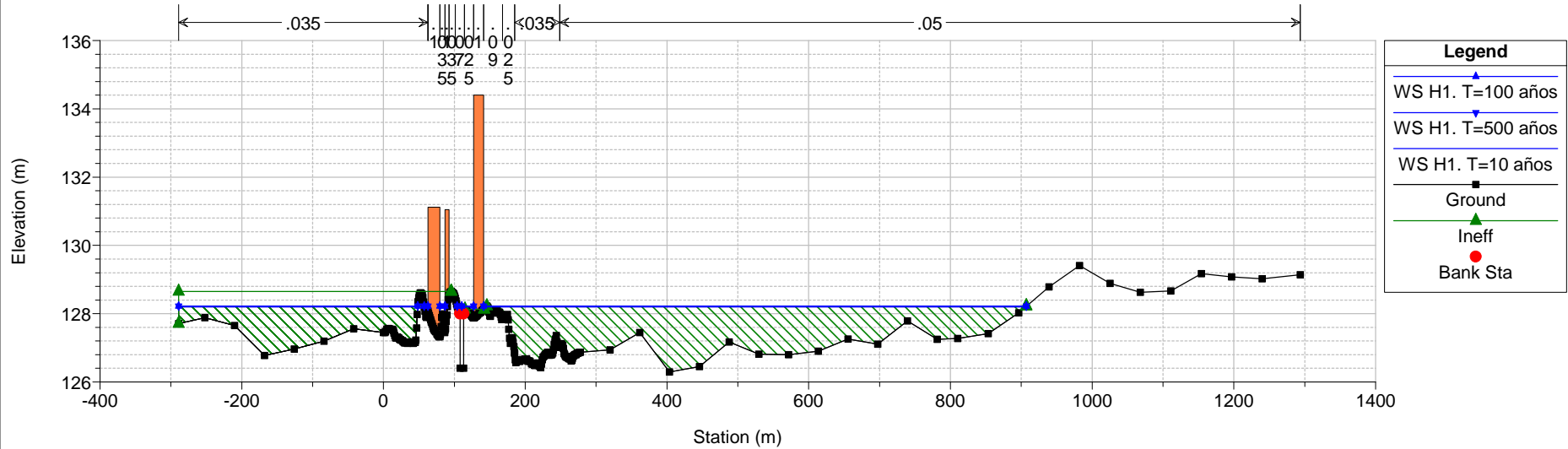
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

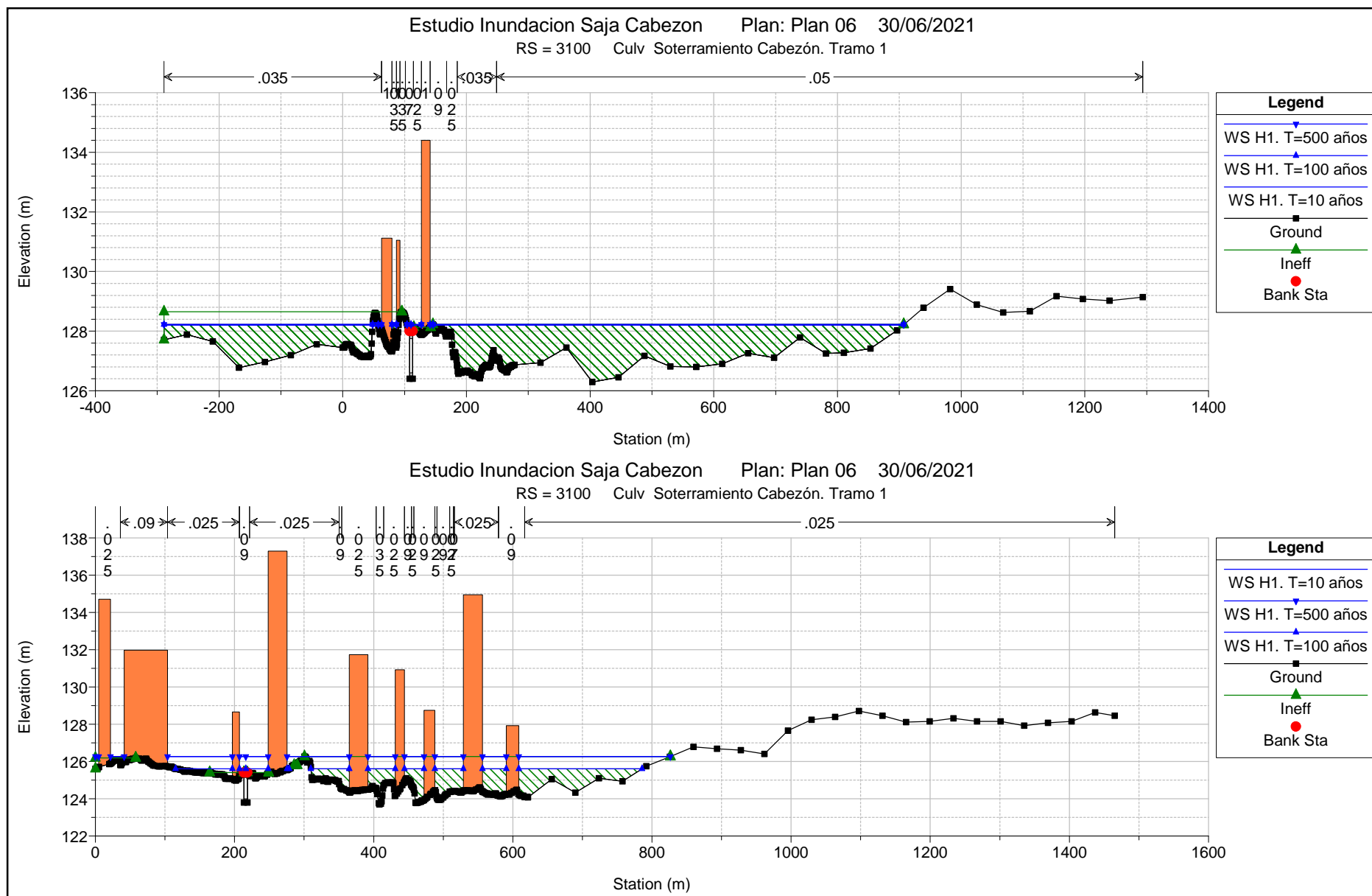
RS = 3203.159 Intermedio Arroyo de San Ciprián



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

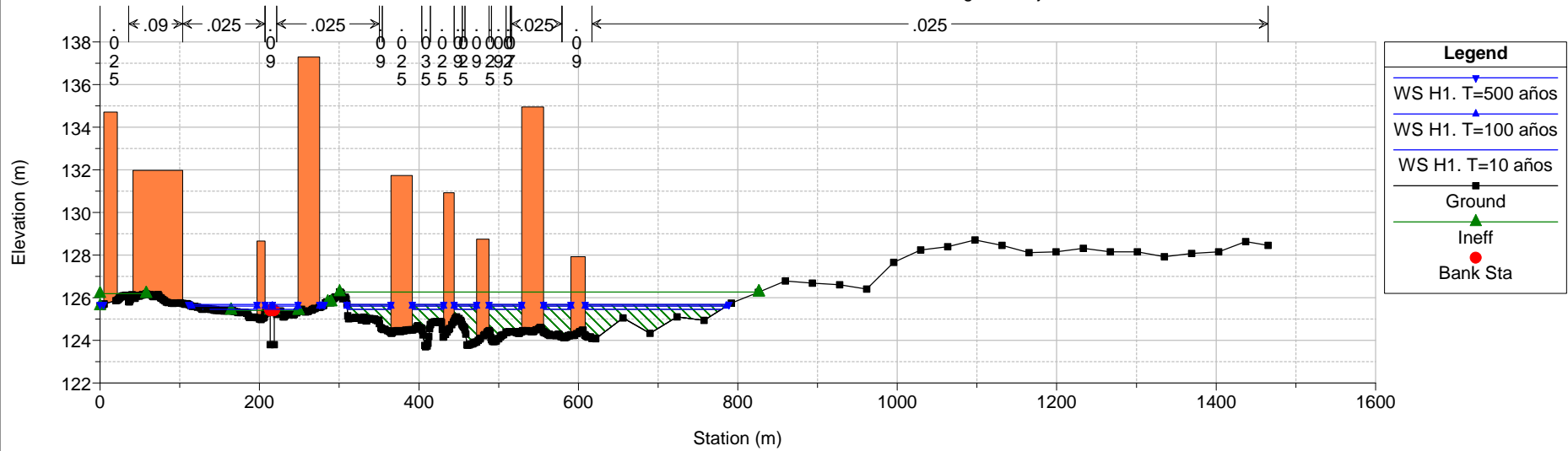
RS = 3180.936 Inicio del tramo 1 de soterramiento en el Molino de la Cabroja.





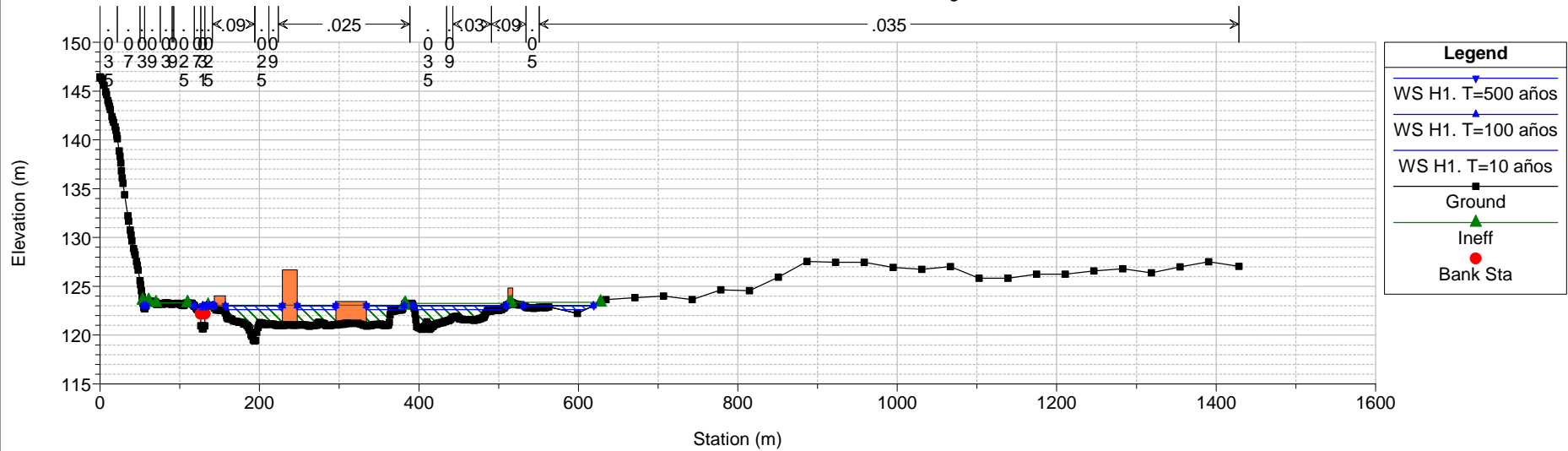
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 2907.181 Final del tramo 1 de soterramiento. Aguas abajo.



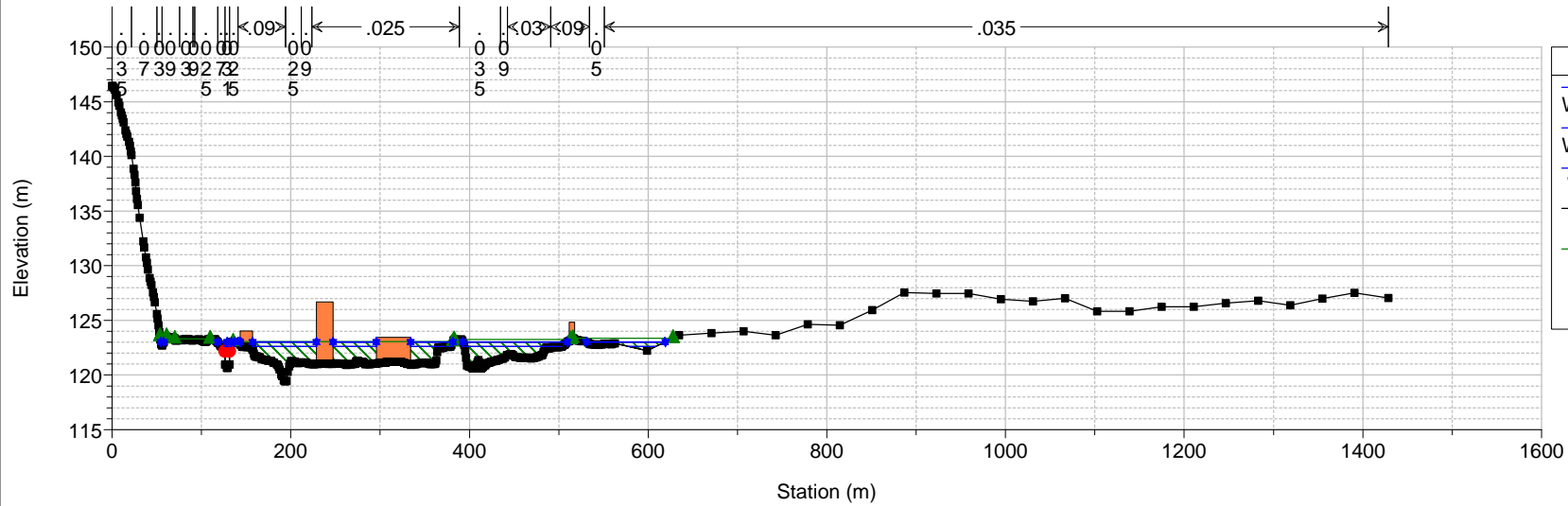
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 2559.902 Inicio tramo 2 de soterramiento. Aguas arriba.



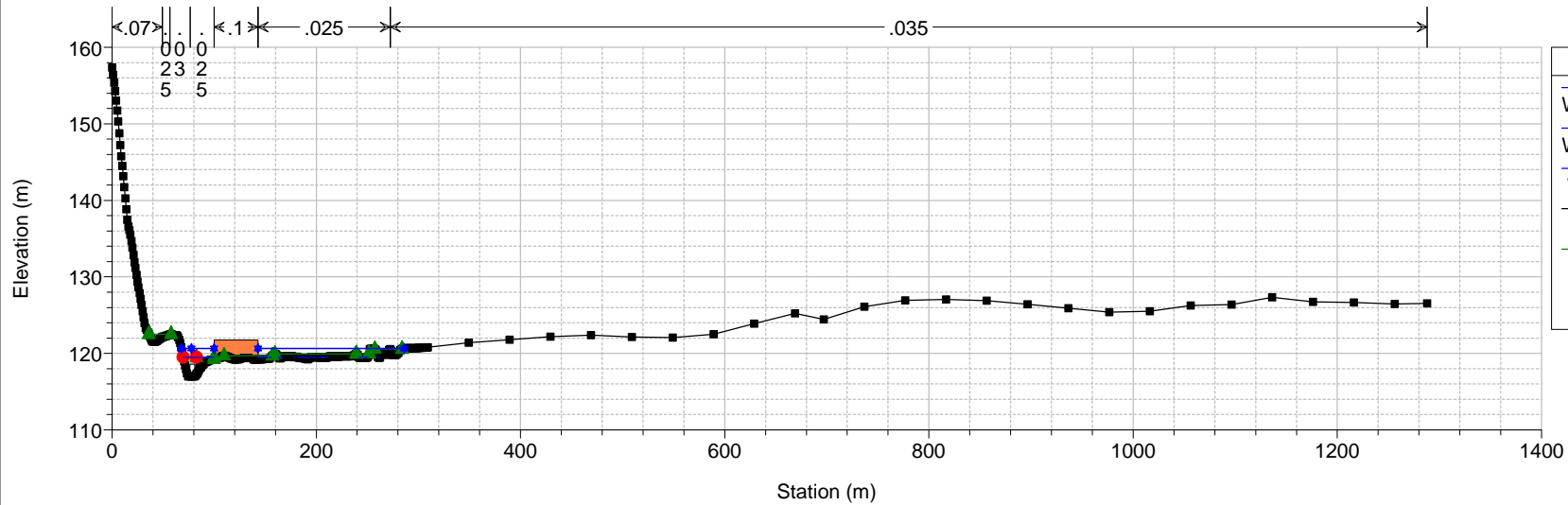
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 2400 Culv Soterramiento Cabezón. Tramo 2

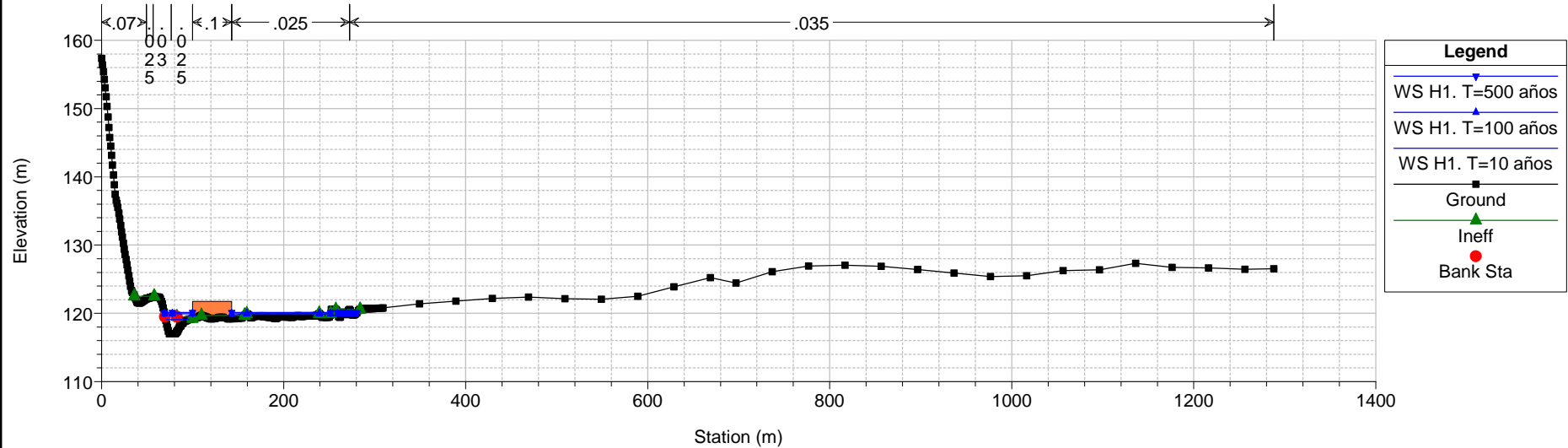


Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

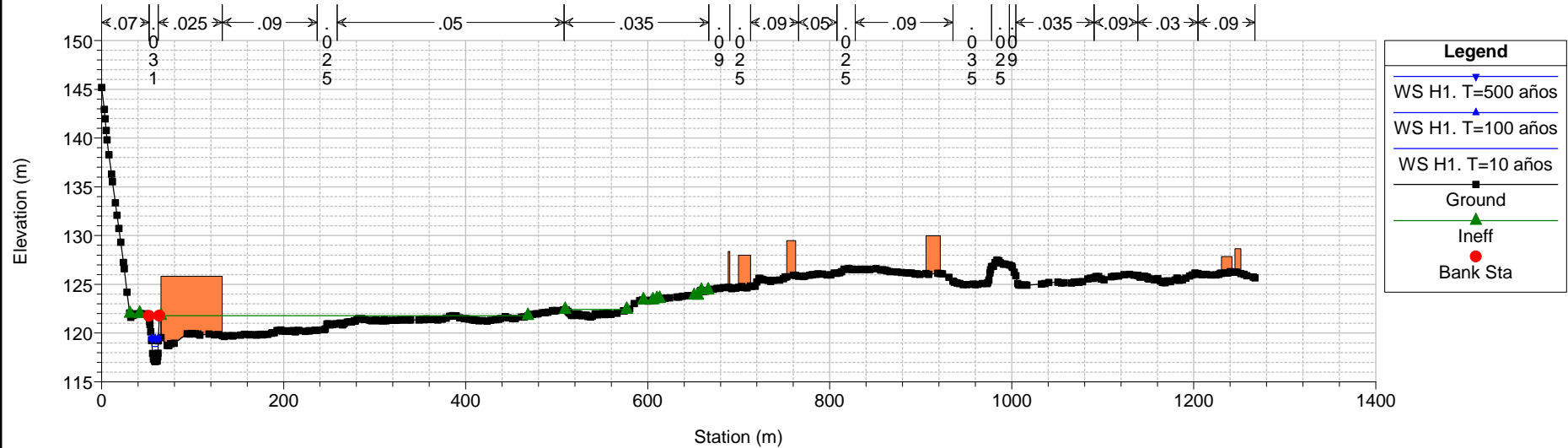
RS = 2400 Culv Soterramiento Cabezón. Tramo 2



Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021
RS = 2249.945 Final tramo 2 de soterramiento. Textil Santanderina. Aguas abajo

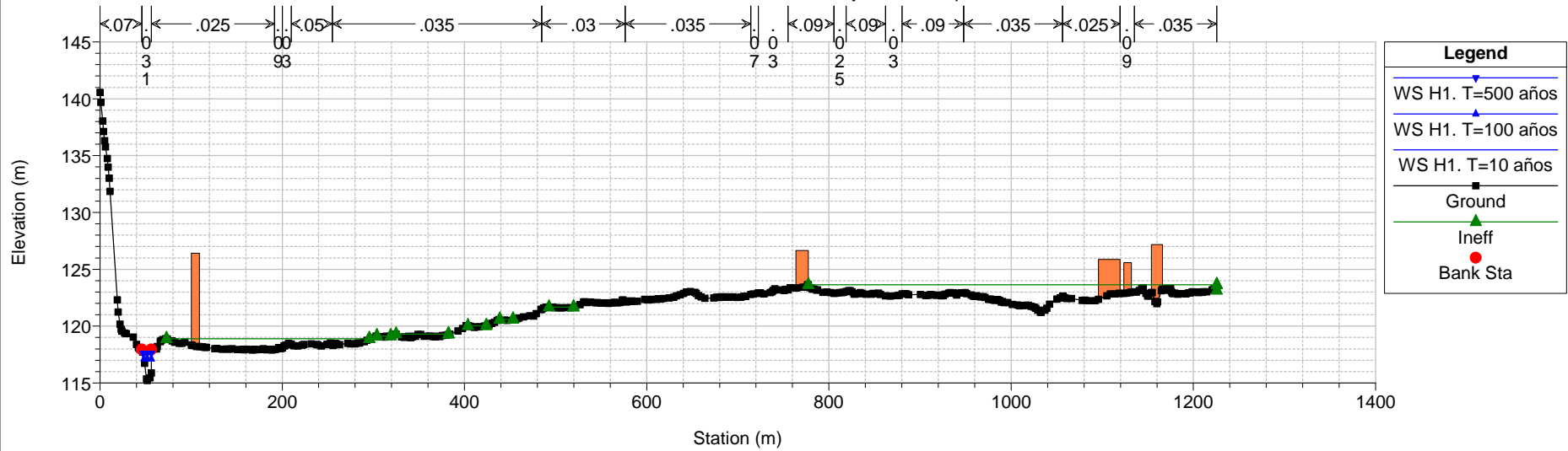


Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021
RS = 2214.132 Intermedio Arroyo de San Ciprián



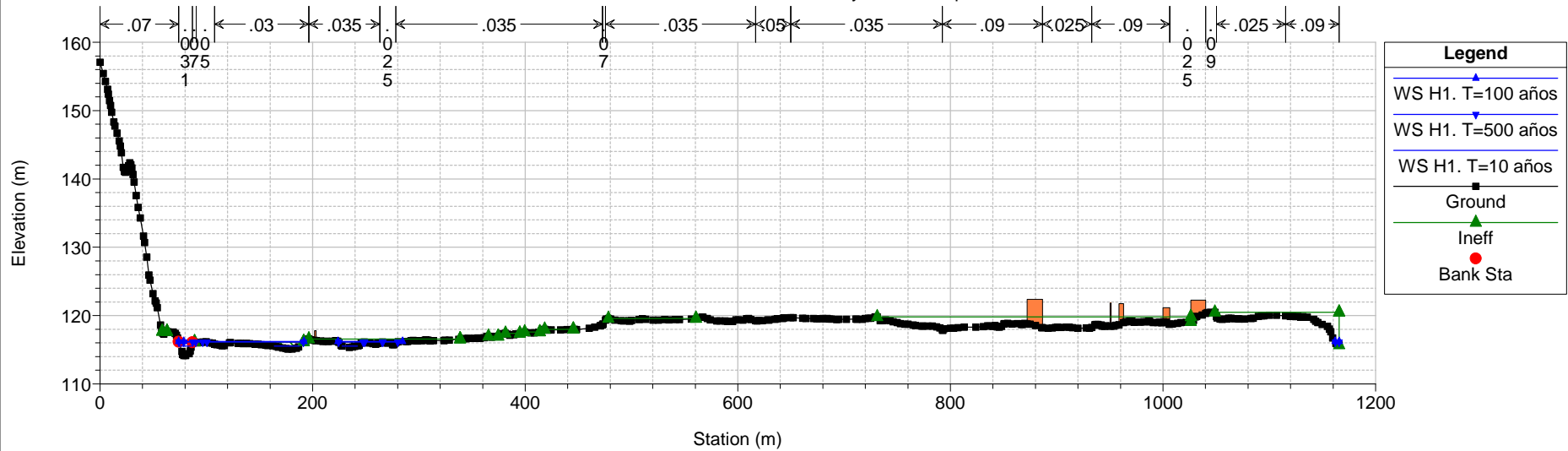
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 1940.109 Intermedio Arroyo de San Ciprián



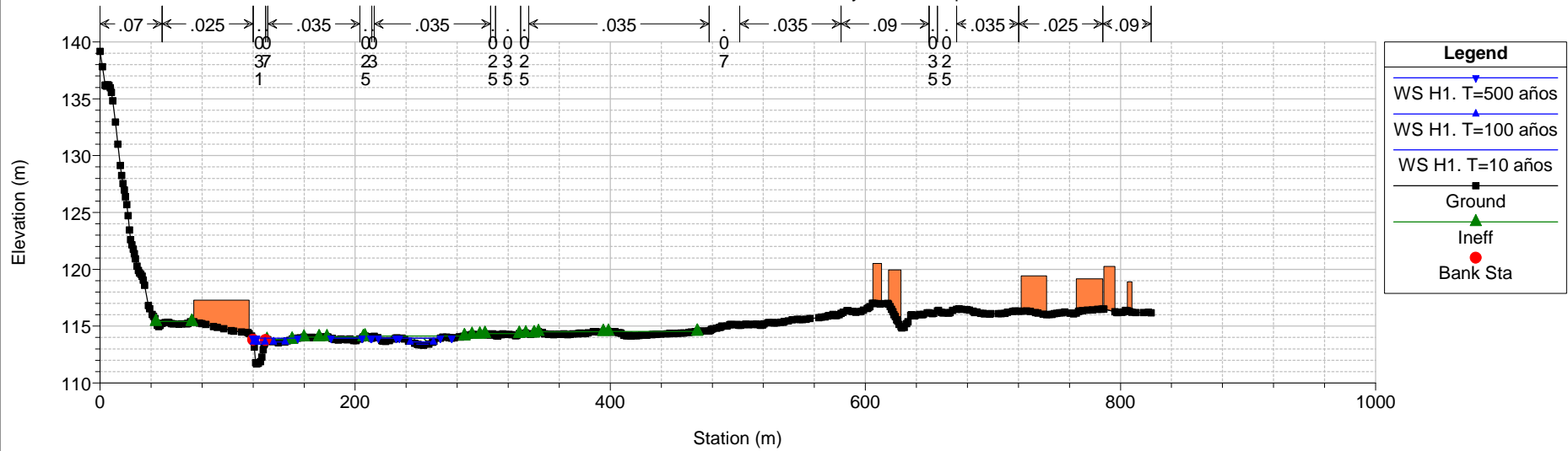
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 1674.167 Intermedio Arroyo de San Ciprián



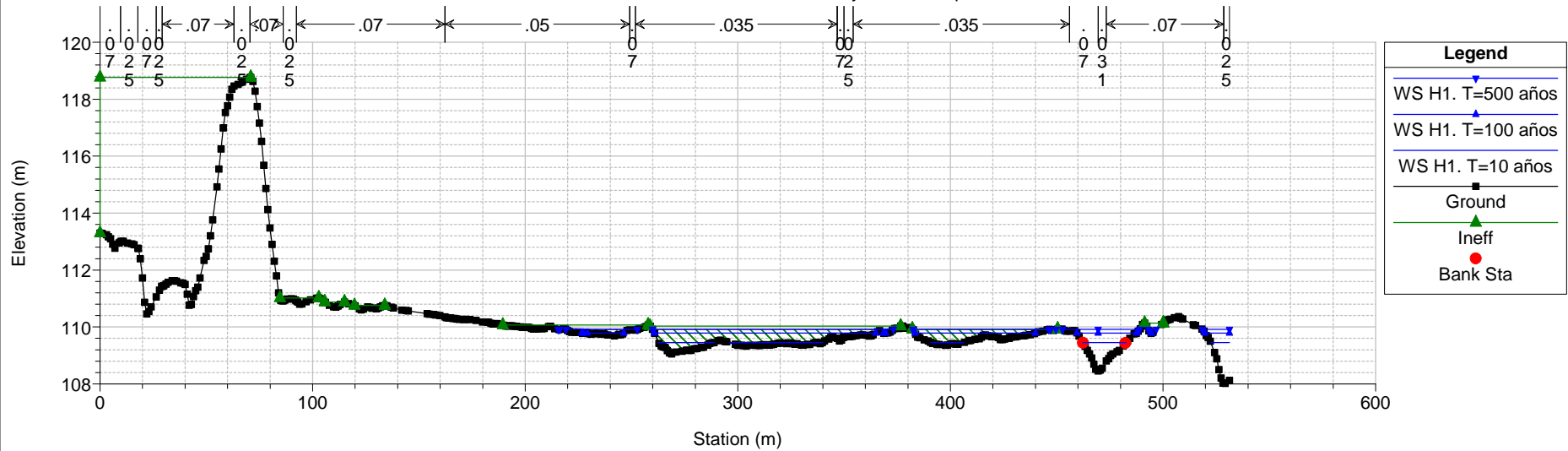
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 1285.484 Intermedio Arroyo de San Ciprián



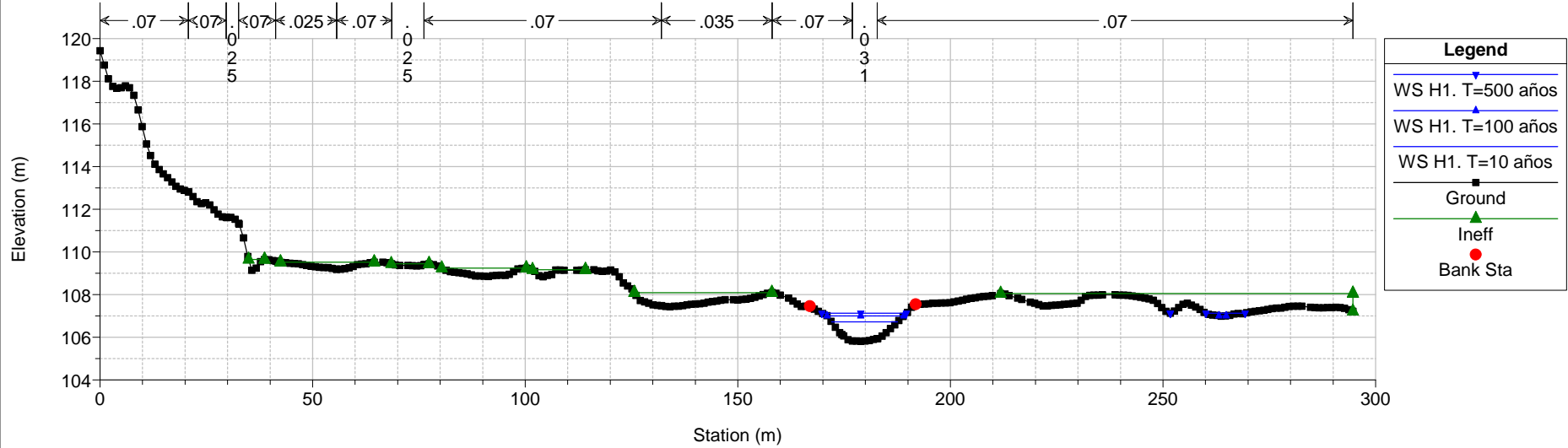
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 487.1035 Intermedio Arroyo de San Ciprián



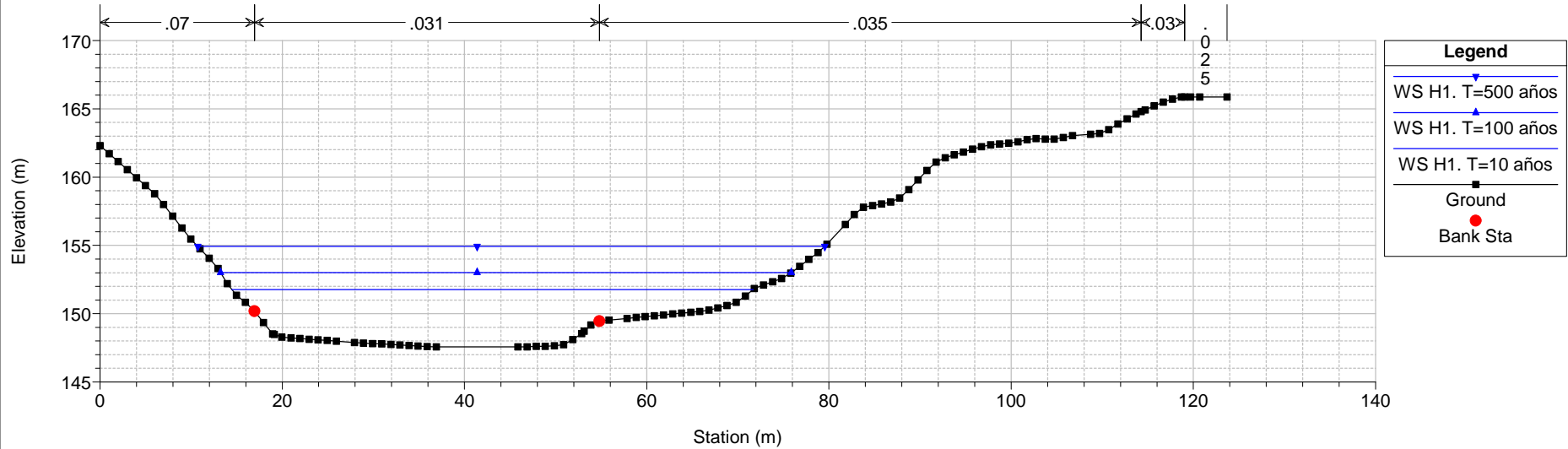
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 179.0379 Sección aguas abajo arroyo San Ciprián. Ontario.



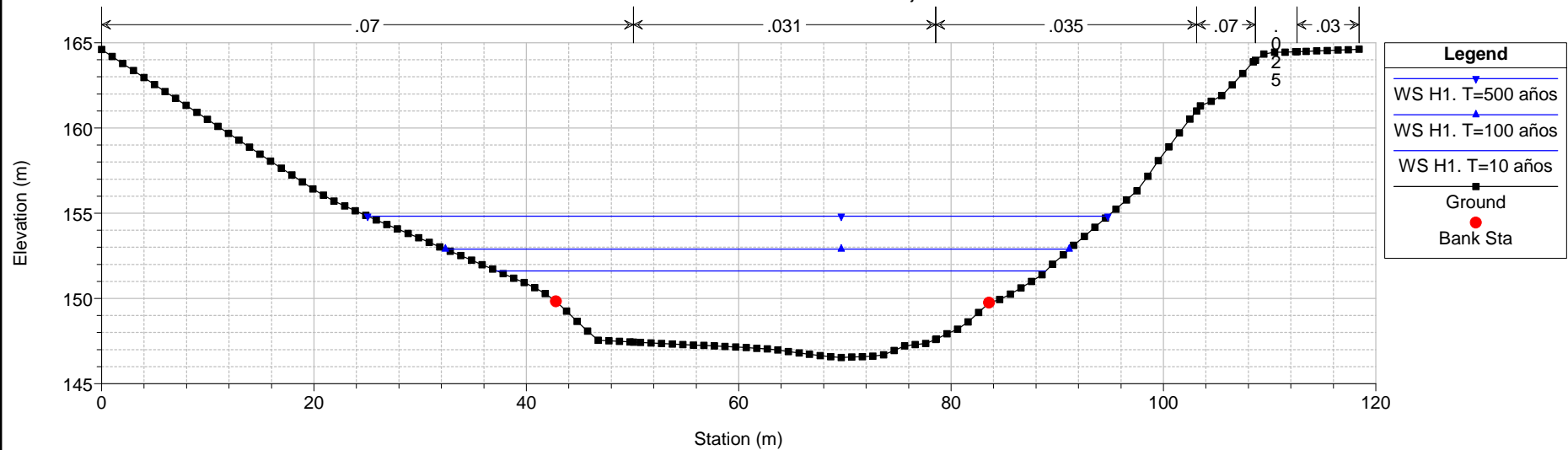
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 7208.568 Sección aguas arriba Saja tramo 1



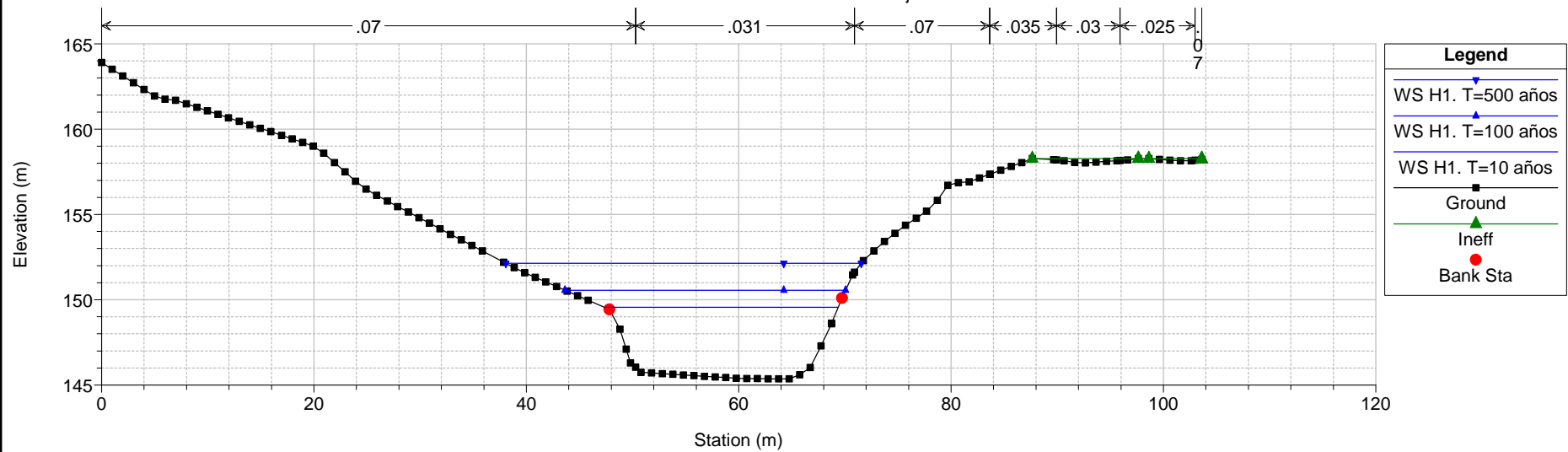
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 7079.696 Intermedio Saja



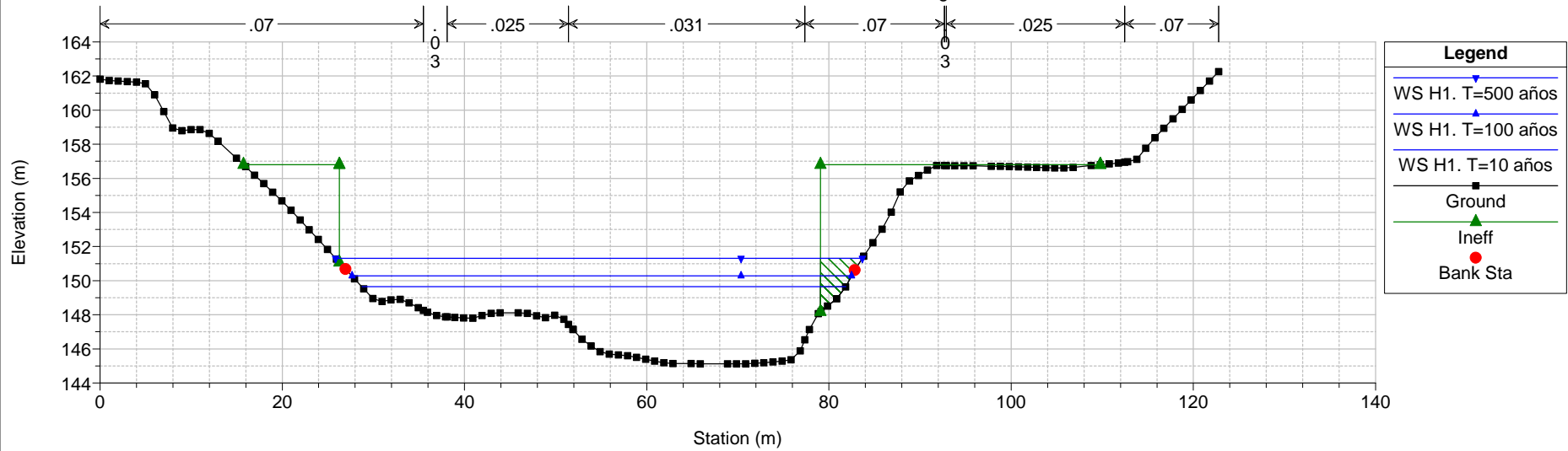
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6933.05 Intermedio Saja



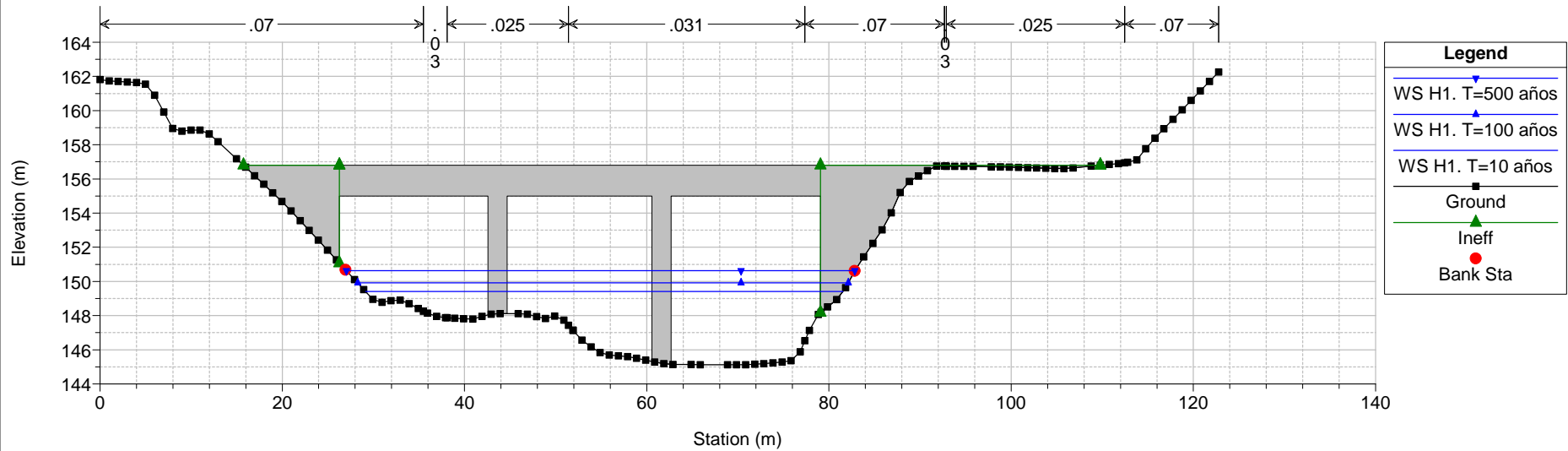
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6852.359 Sección Puente Santa Lucía. Aguas arriba.



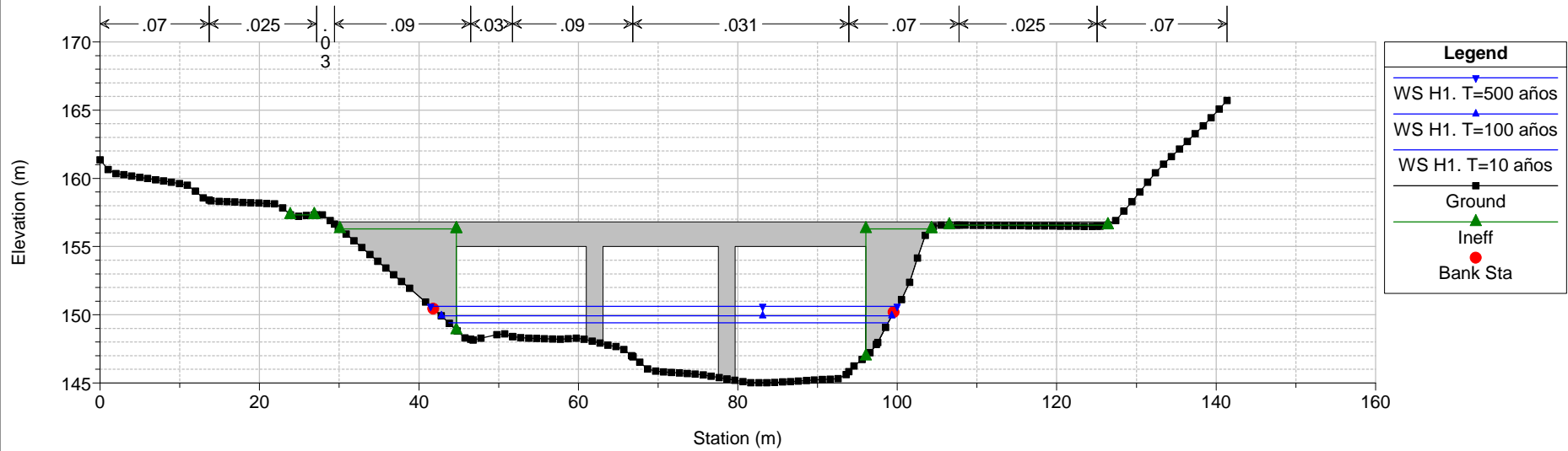
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6848 BR Puente Santa Lucía



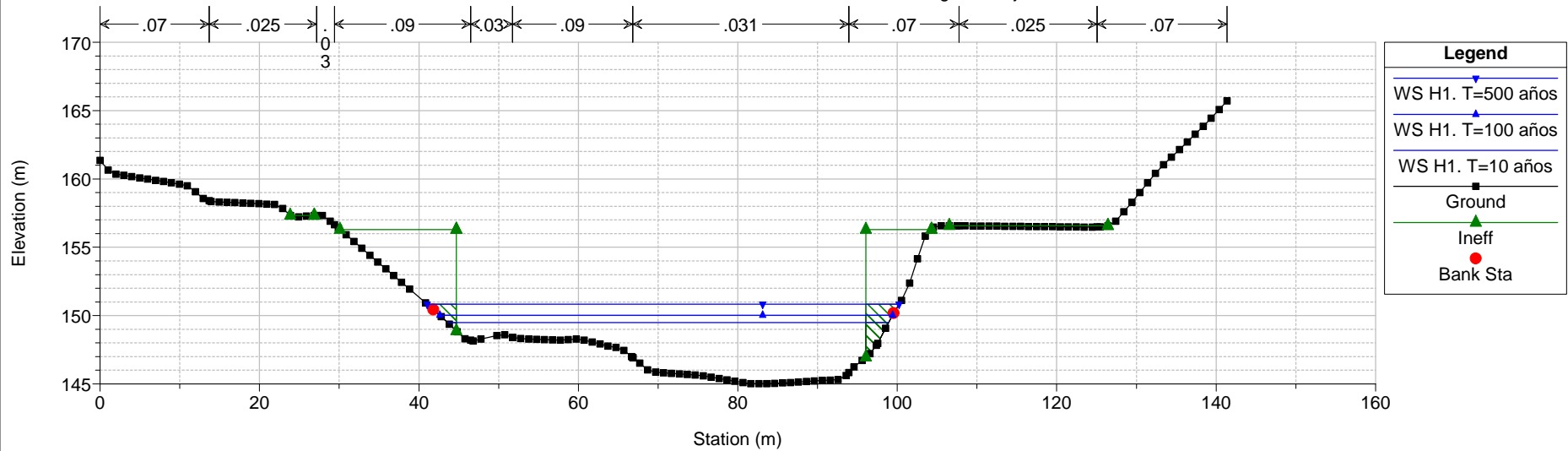
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6848 BR Puente Santa Lucía



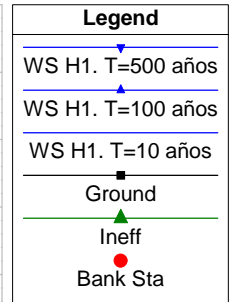
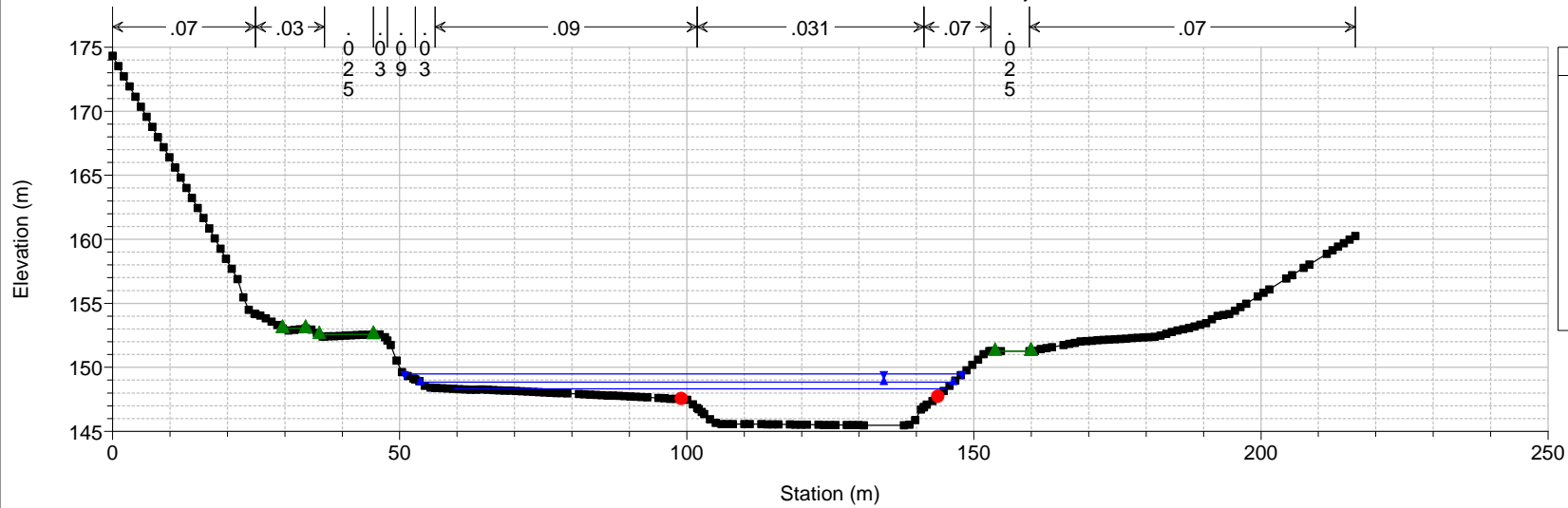
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6843.024 Sección Puente Santa Lucía. Aguas abajo.



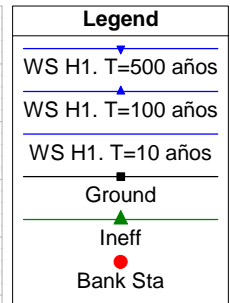
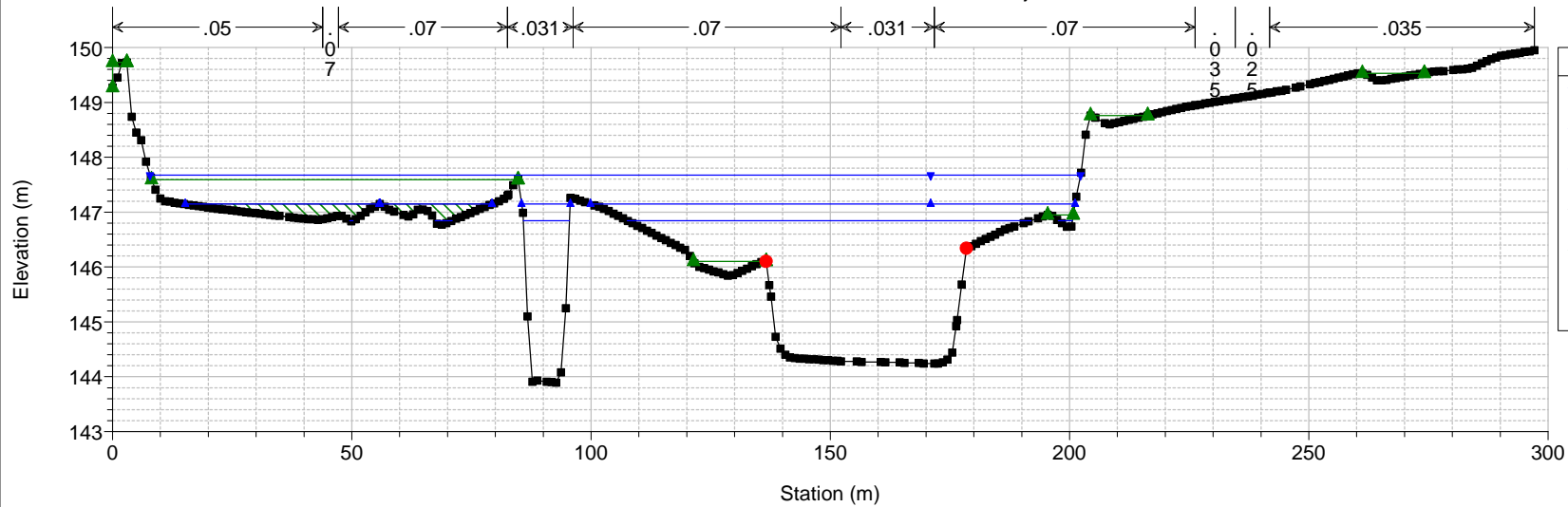
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

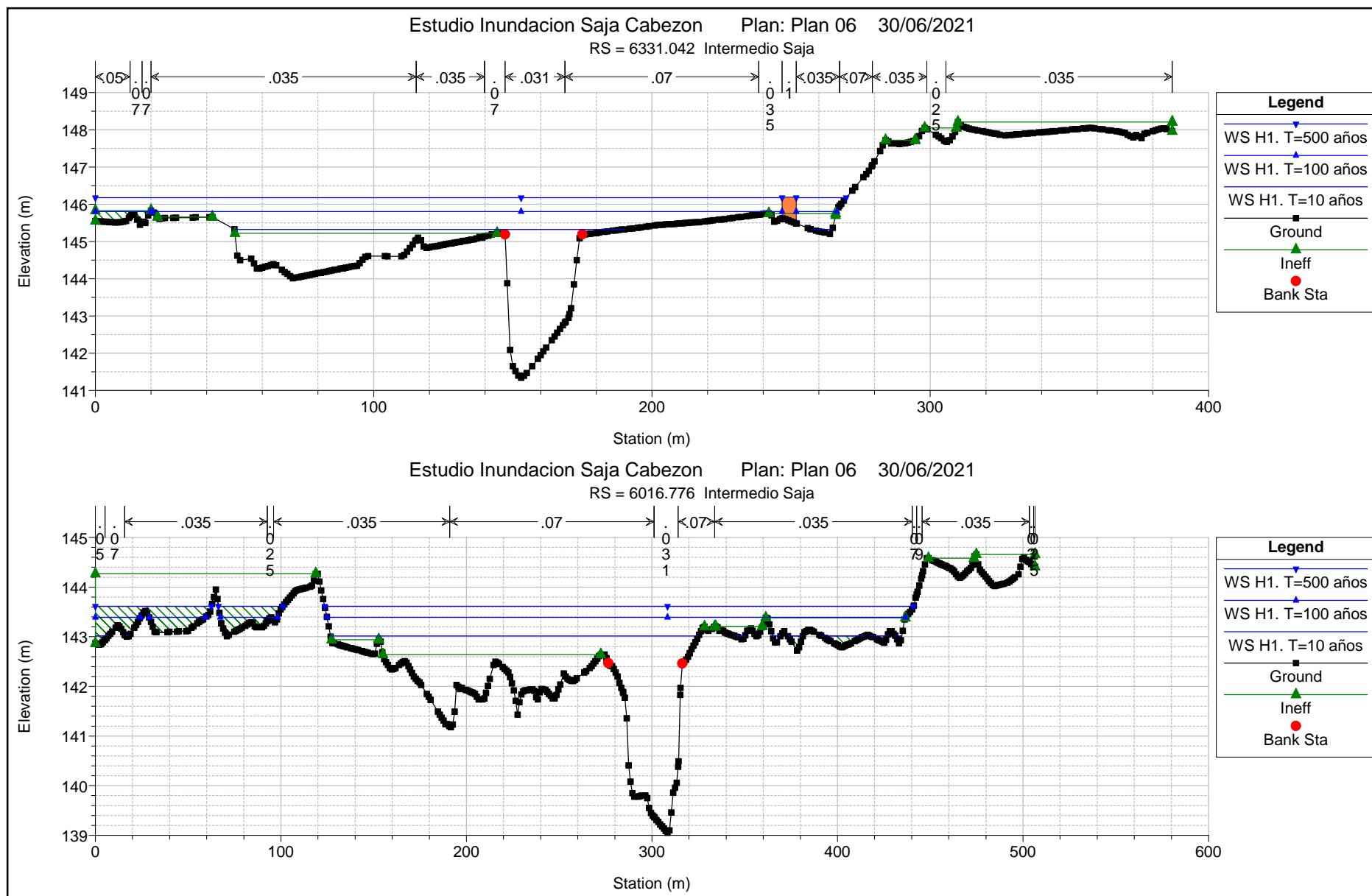
RS = 6723.356 Intermedio Saja



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

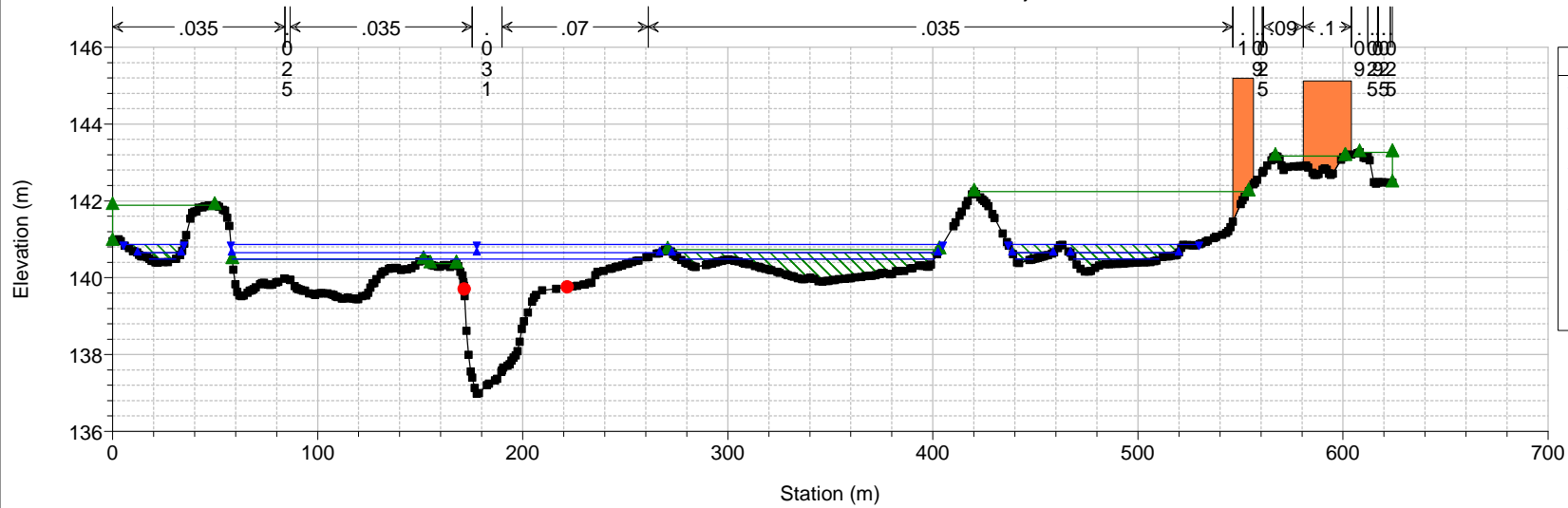
RS = 6510.348 Intermedio Saja





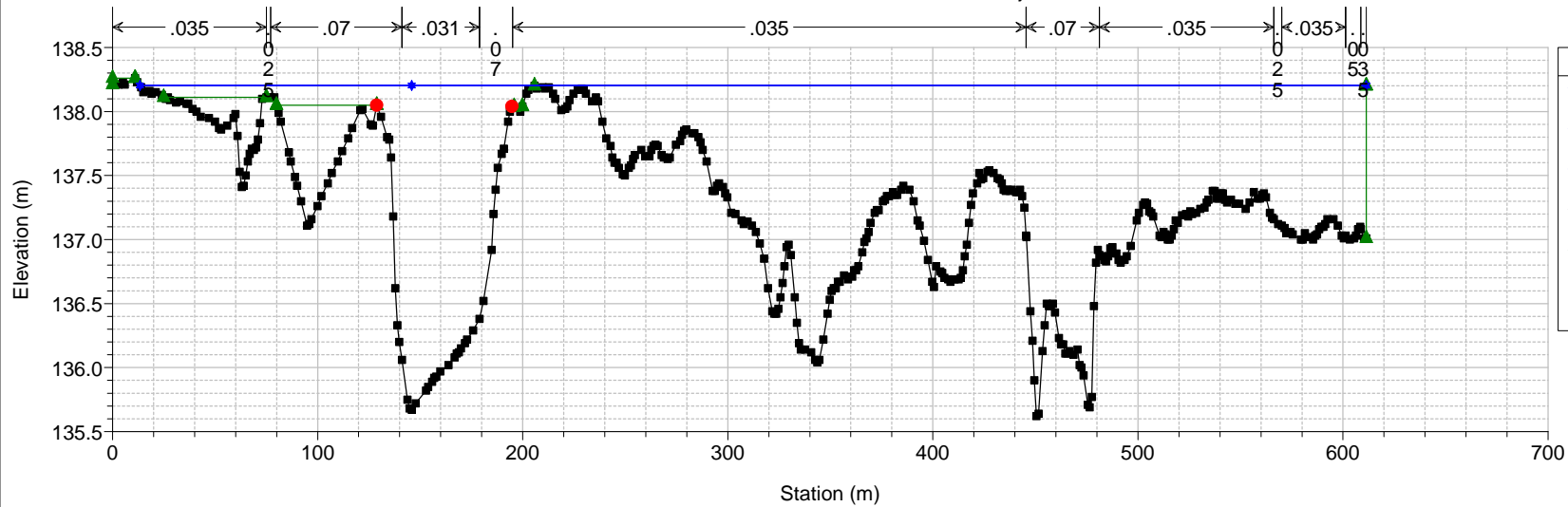
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 5714.046 Intermedio Saja



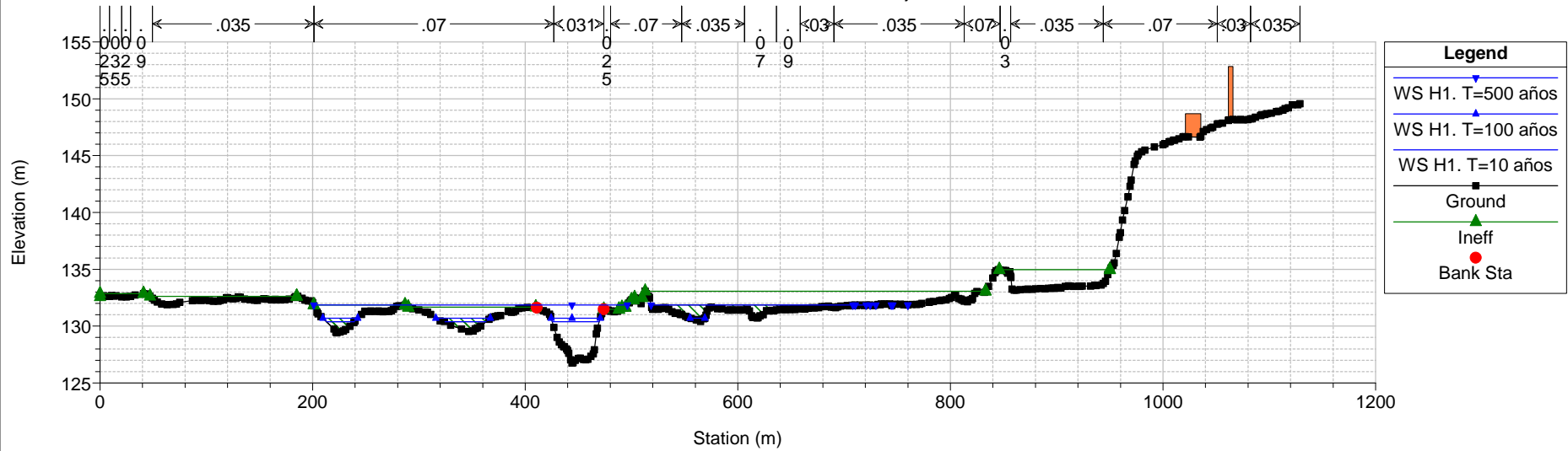
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 5438.49 Intermedio Saja



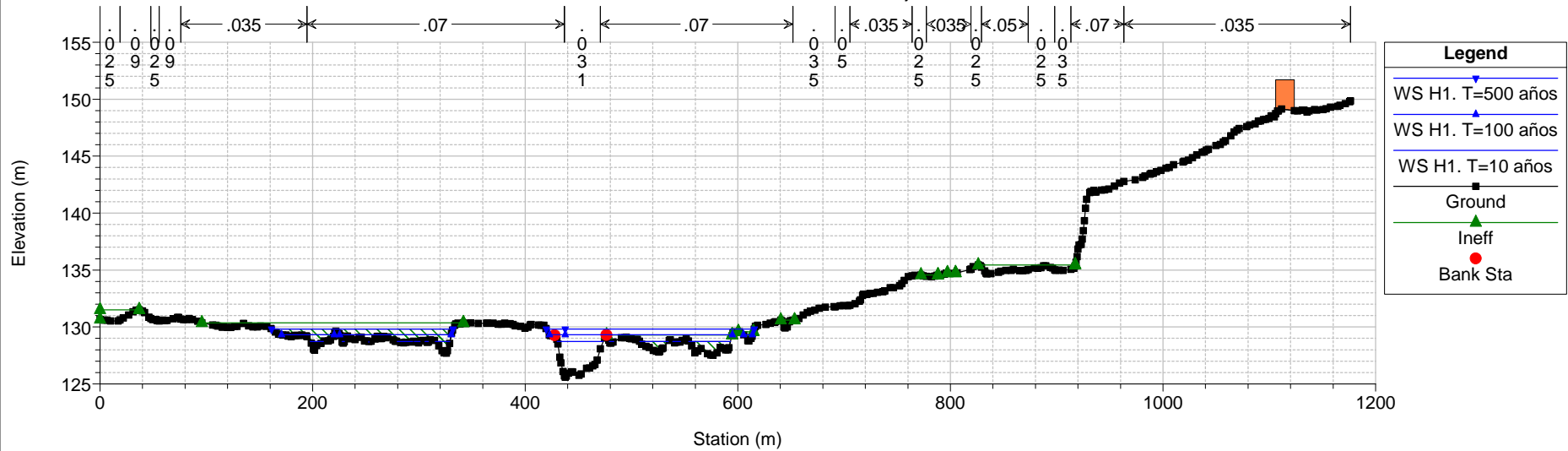
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 4670.44 Intermedio Saja



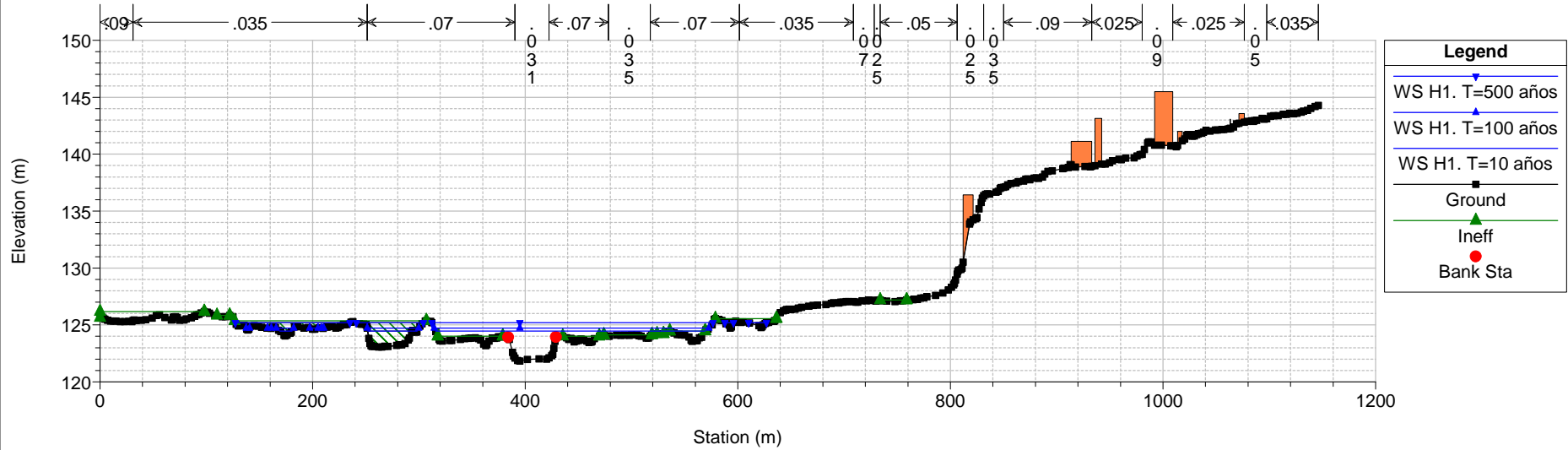
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 4486.89 Intermedio Saja



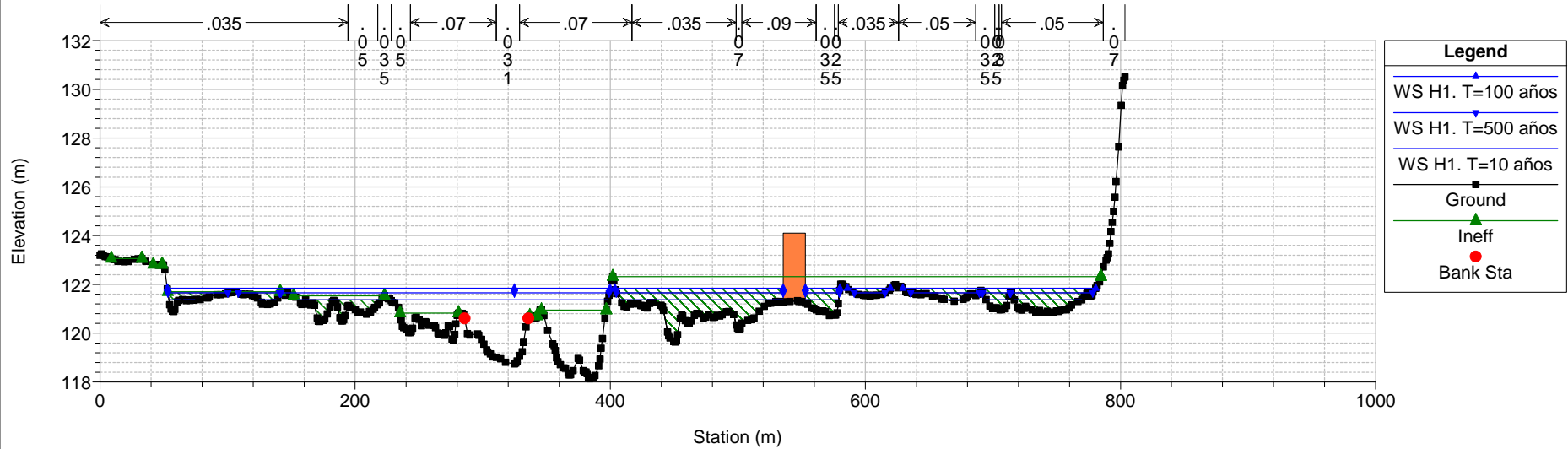
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

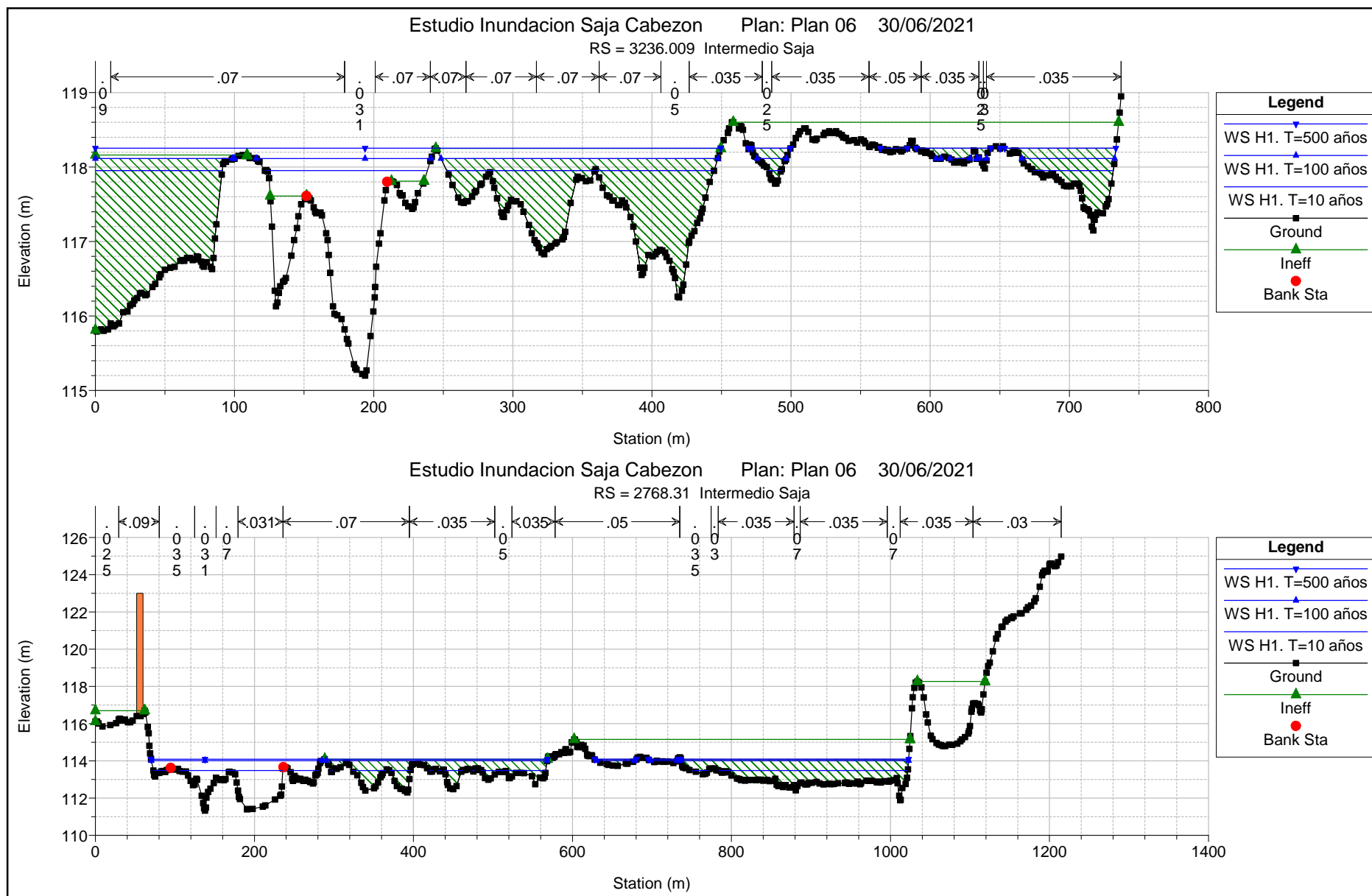
RS = 4008.027 Intermedio Saja



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

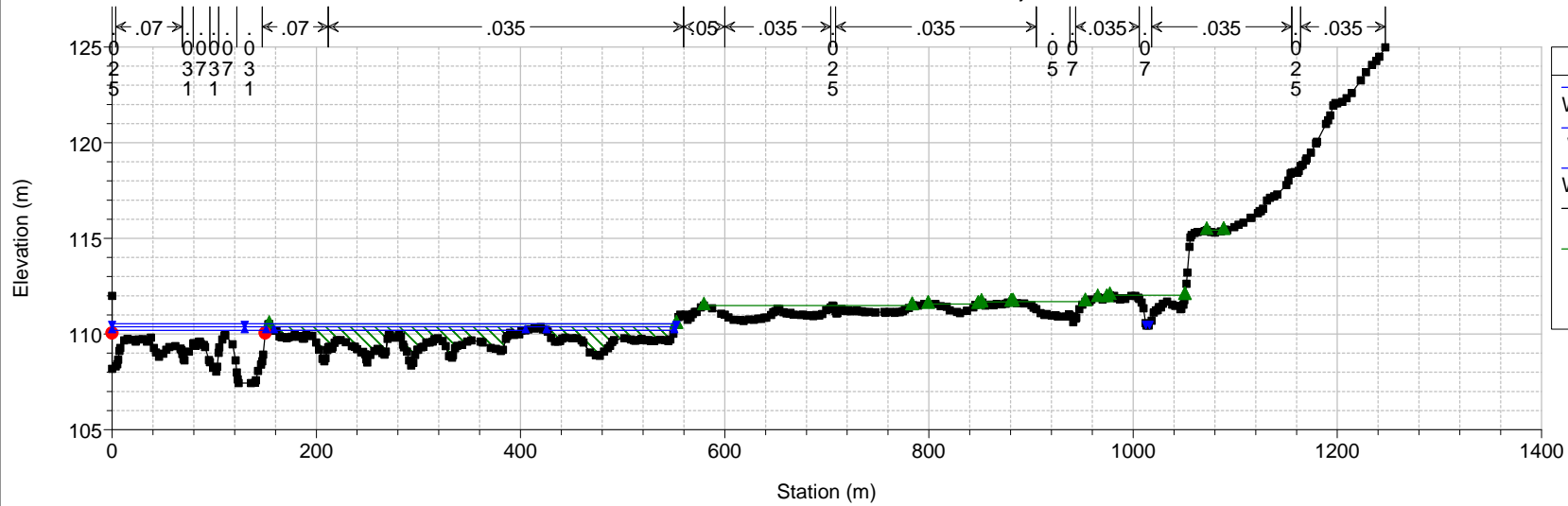
RS = 3615.332 Intermedio Saja





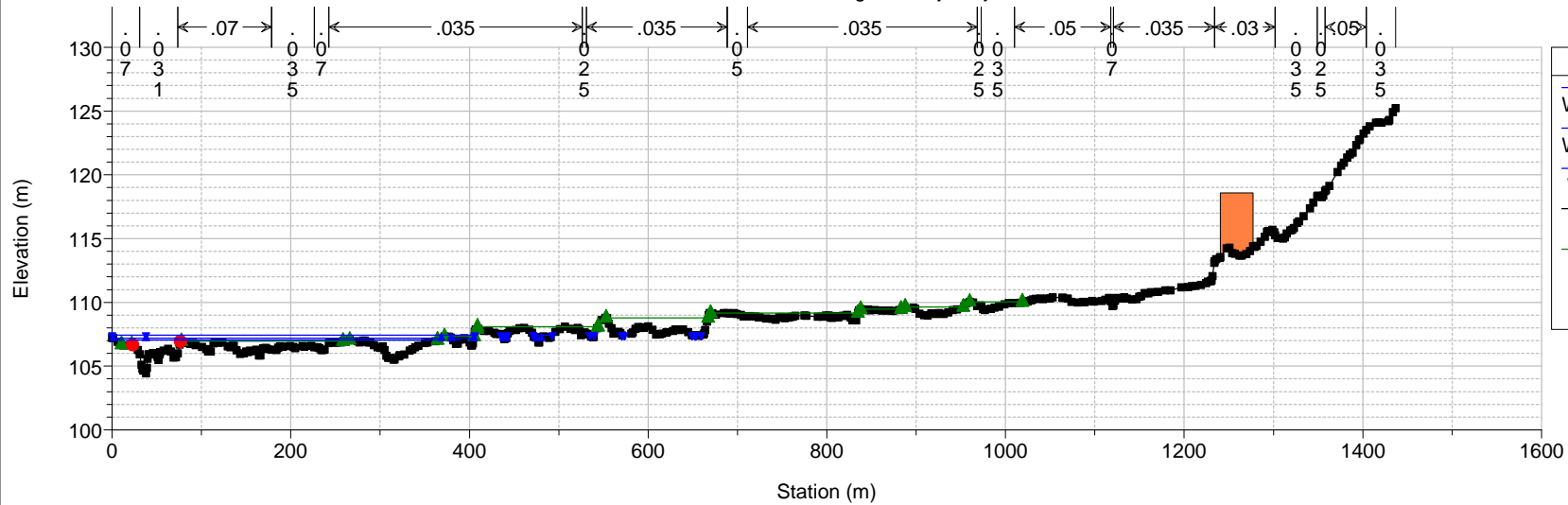
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

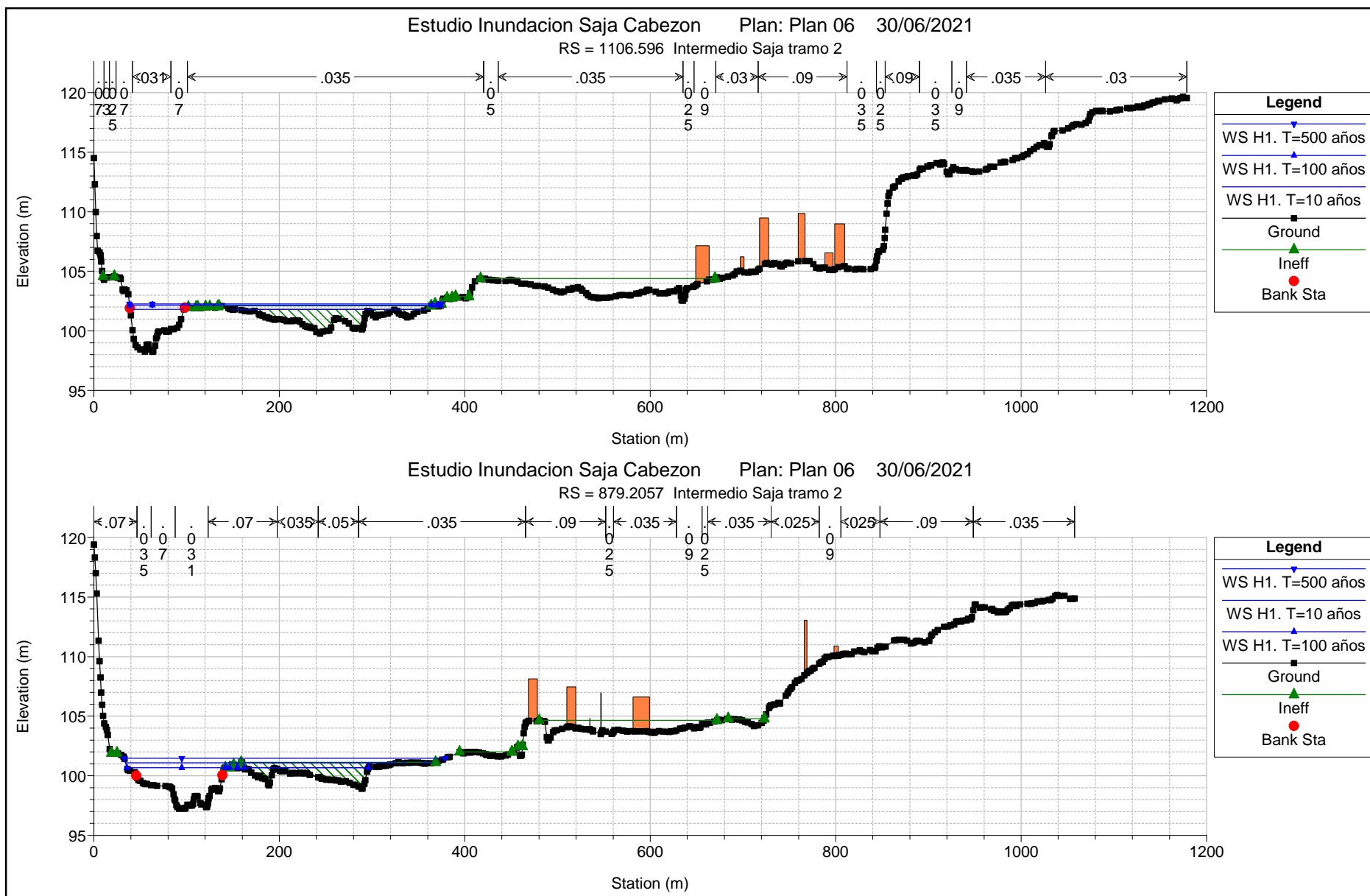
RS = 2326.999 Intermedio Saja



Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

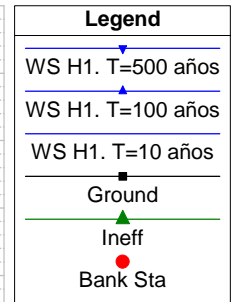
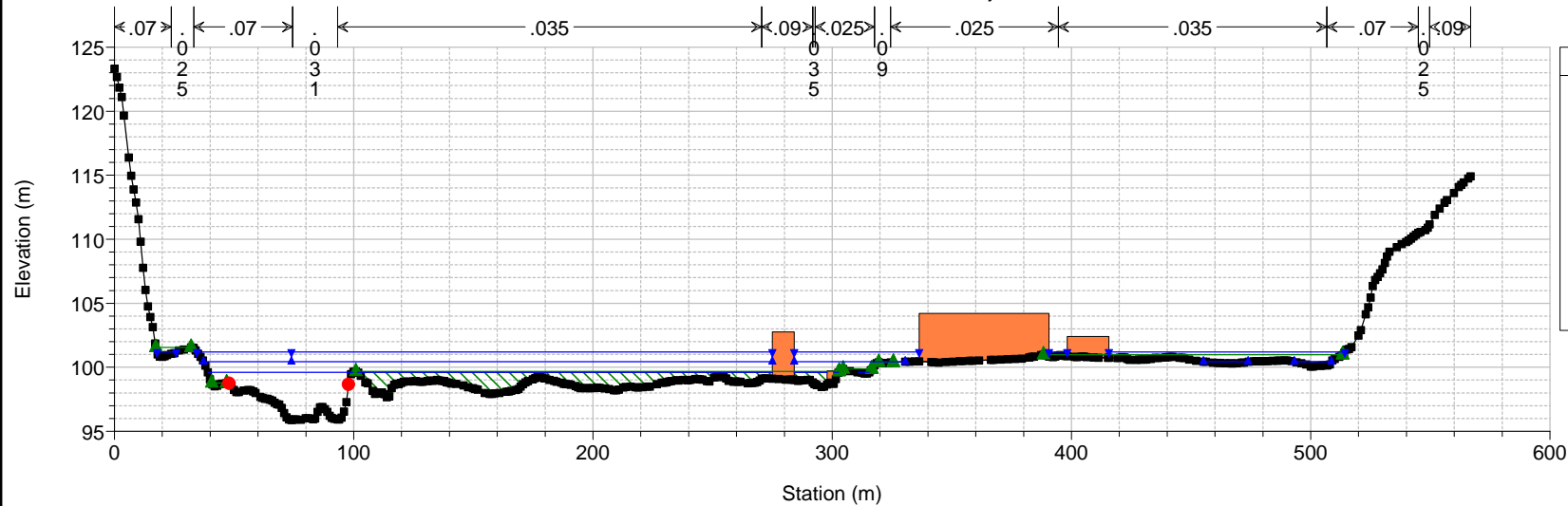
RS = 2033.65 Sección aguas abajo Saja tramo 1. Ontoria





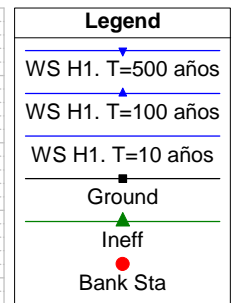
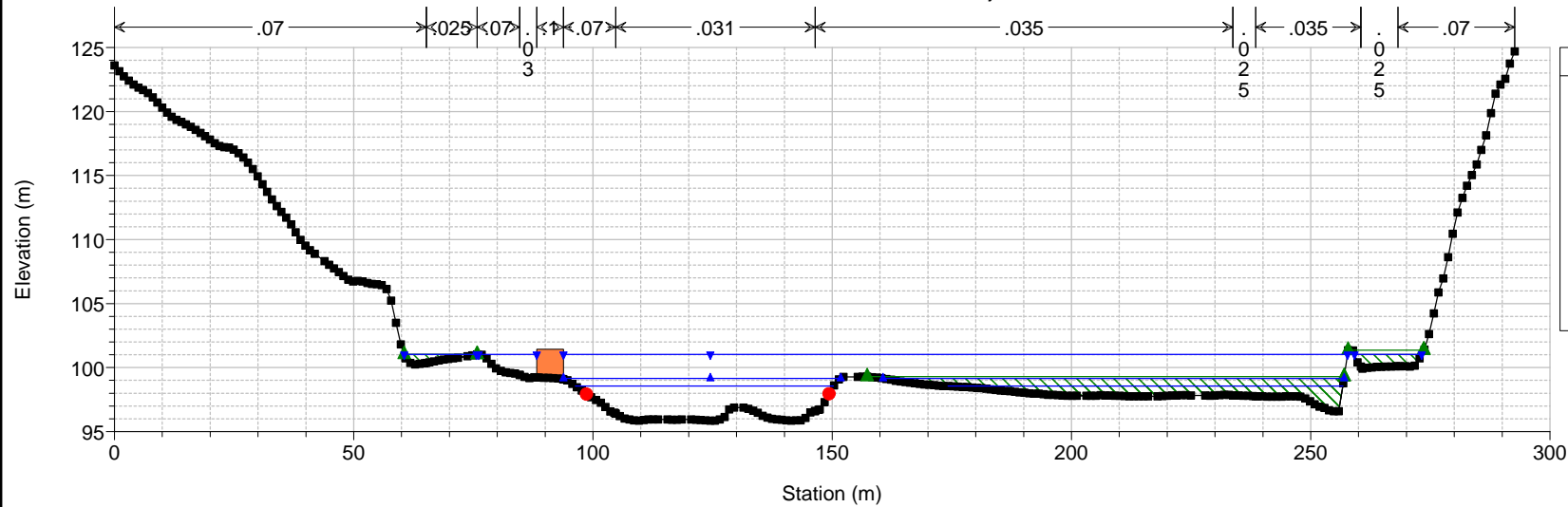
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 661.3708 Intermedio Saja tramo 2



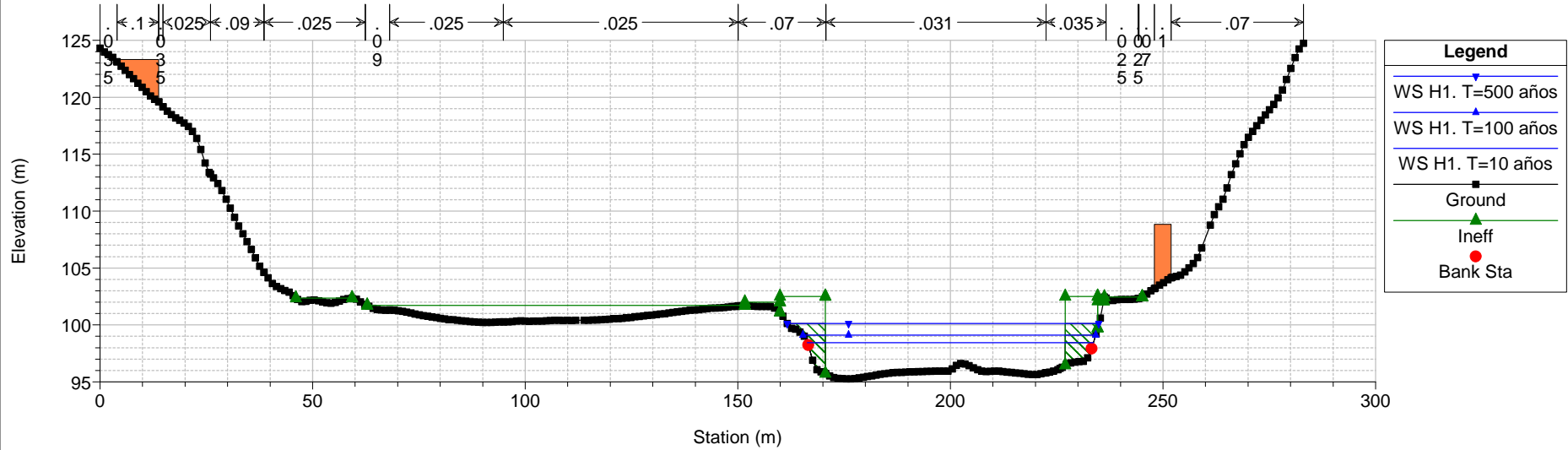
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 572.5843 Intermedio Saja tramo 2



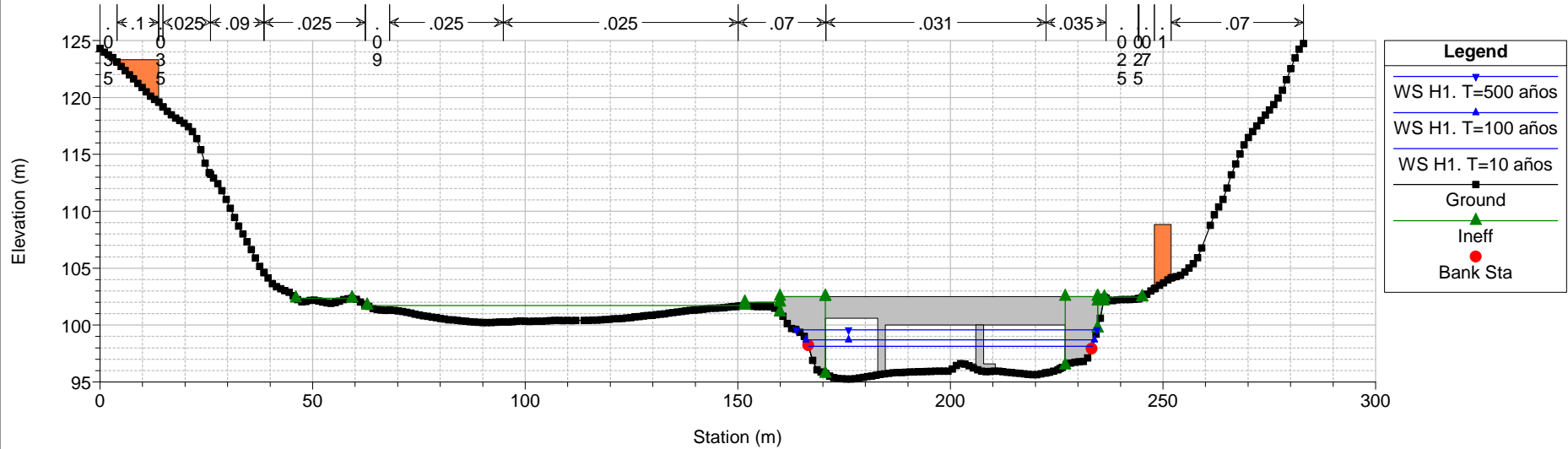
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 493.2343 Sección puente Virgen de la Peña. Aguas arriba.



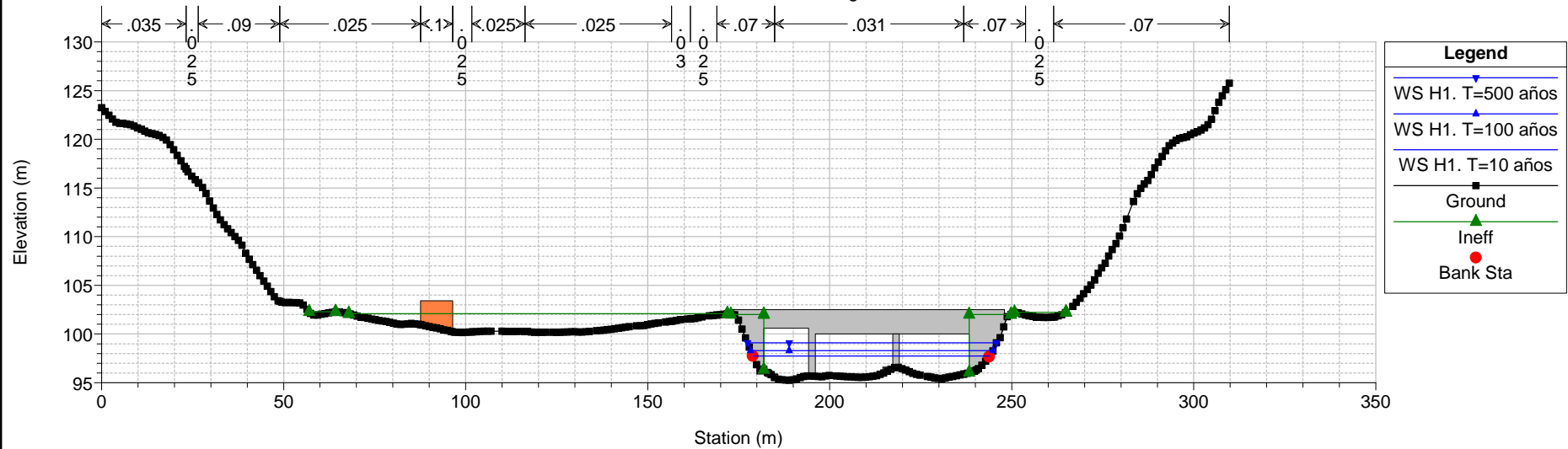
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 487 BR Puente Virgen de la Peña



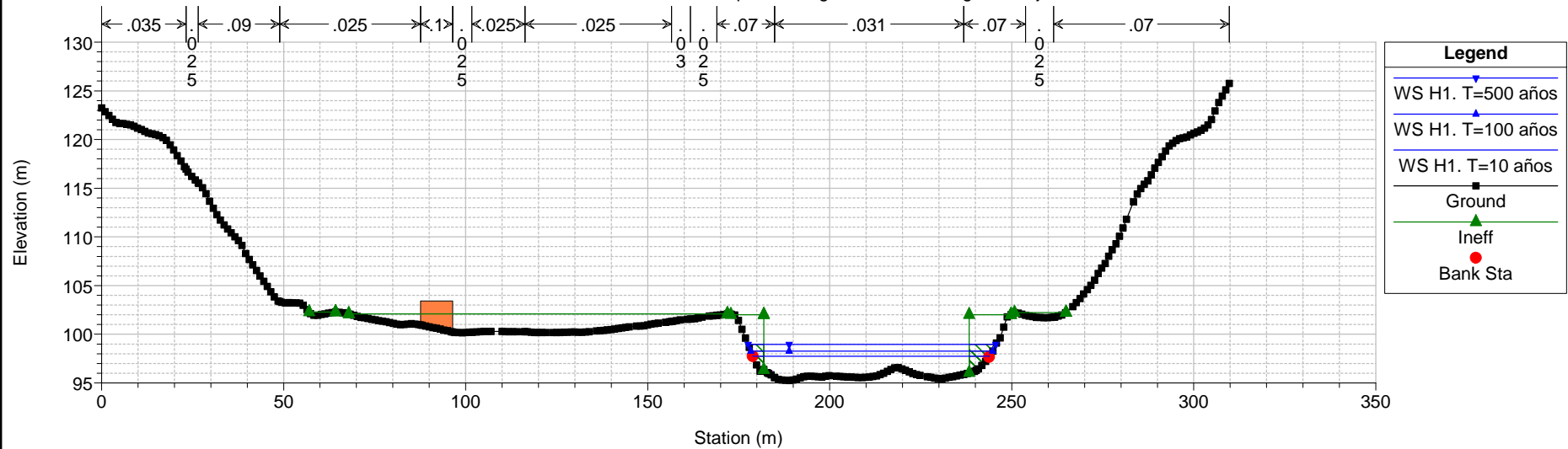
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

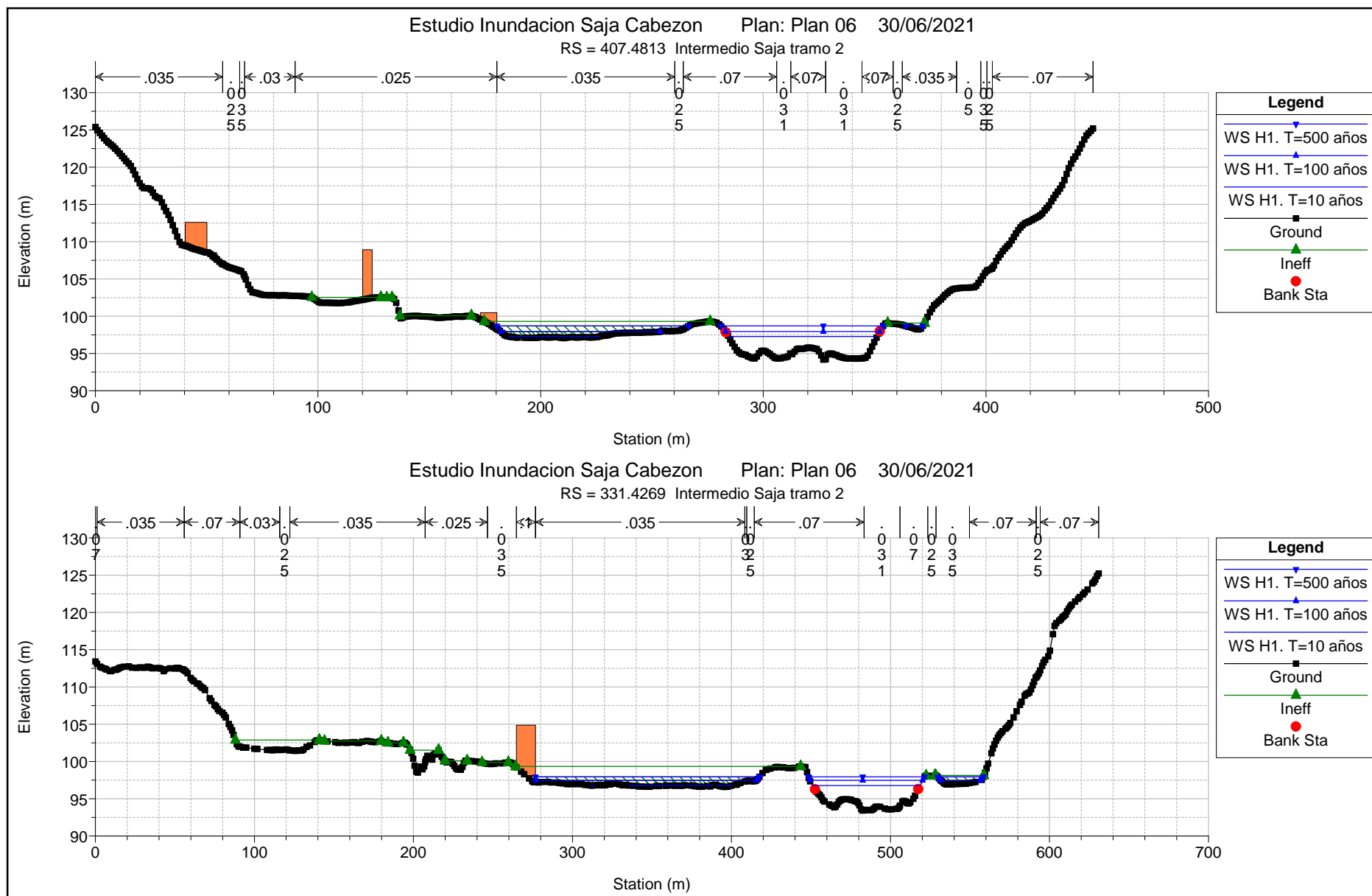
RS = 487 BR Puente Virgen de la Peña

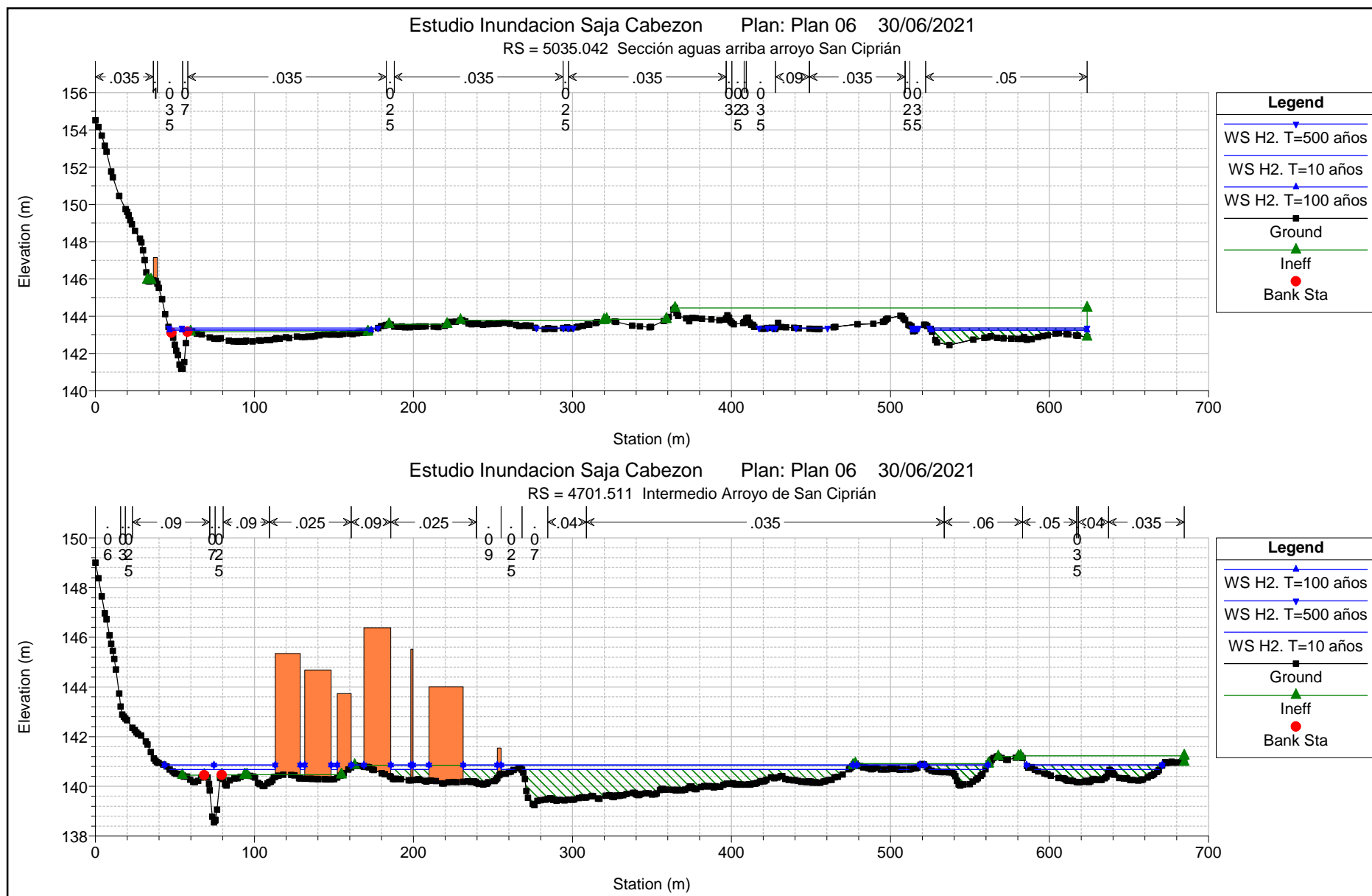


Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 483.9603 Sección puente Virgen de la Peña. Aguas abajo.

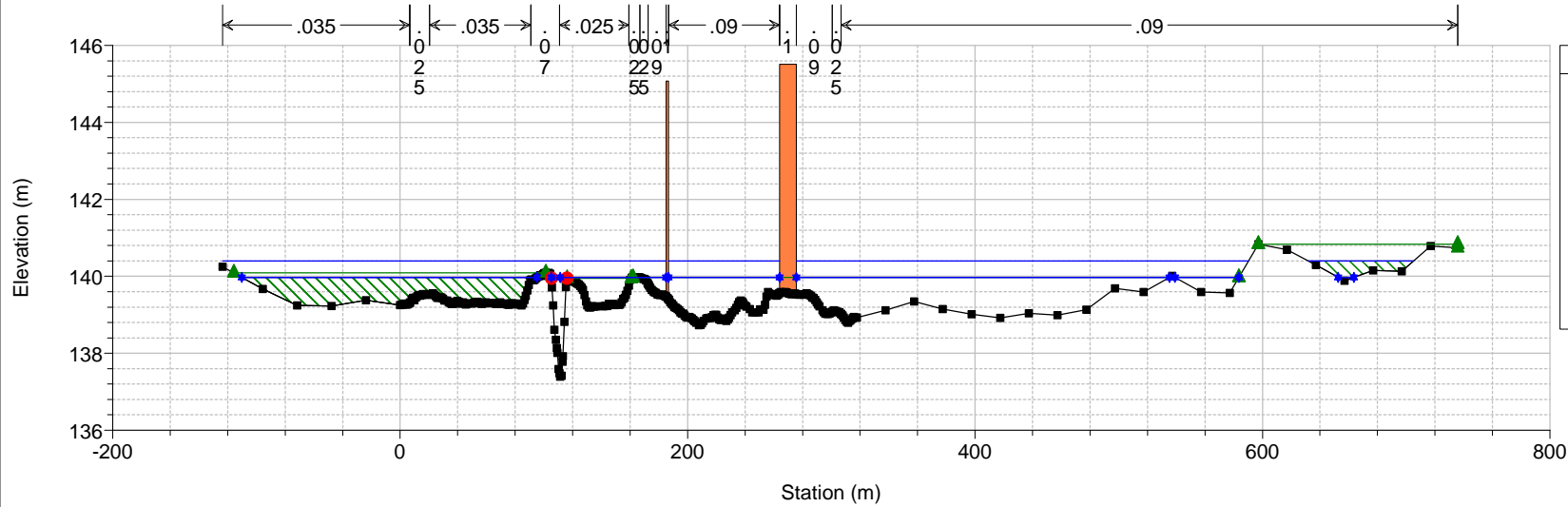






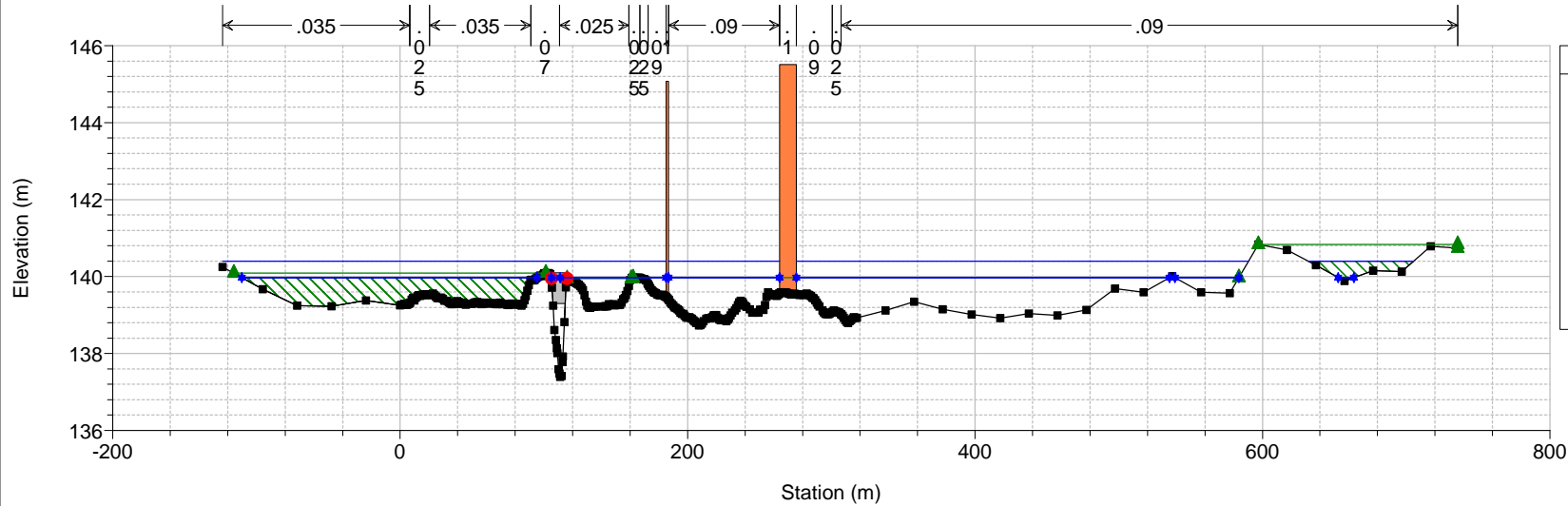
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

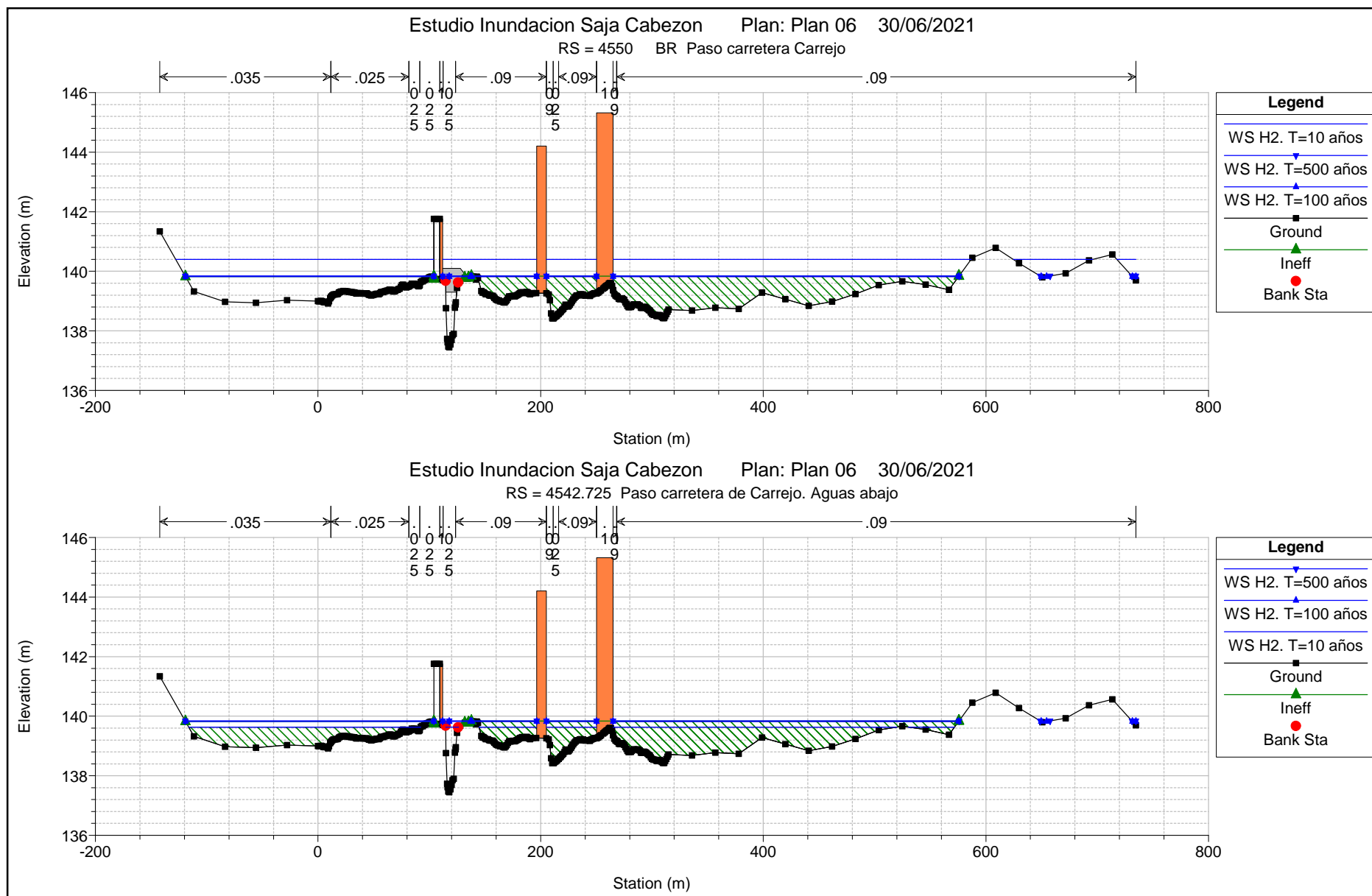
RS = 4555.941 Paso carretera de Carrejo. Aguas arriba.



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

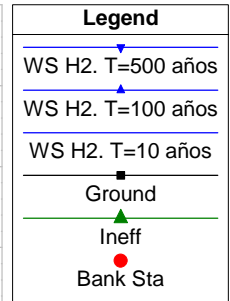
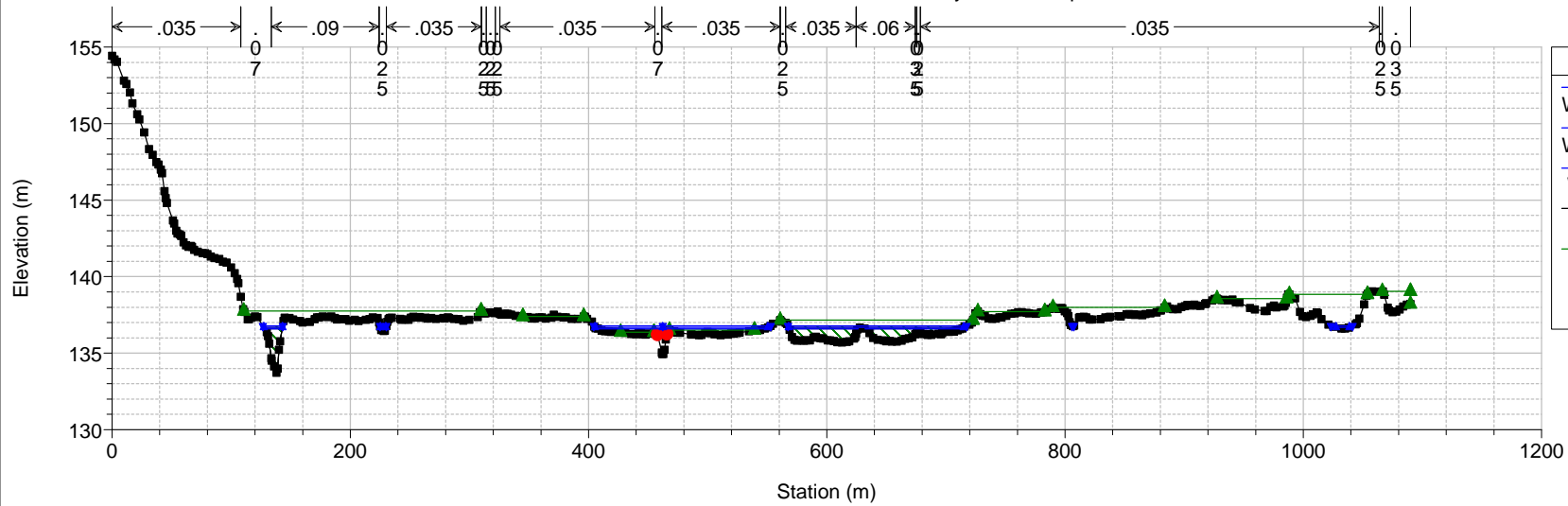
RS = 4550 BR Paso carretera Carrejo





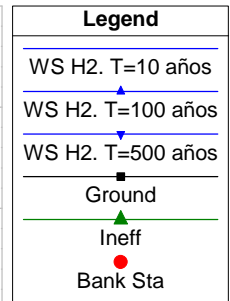
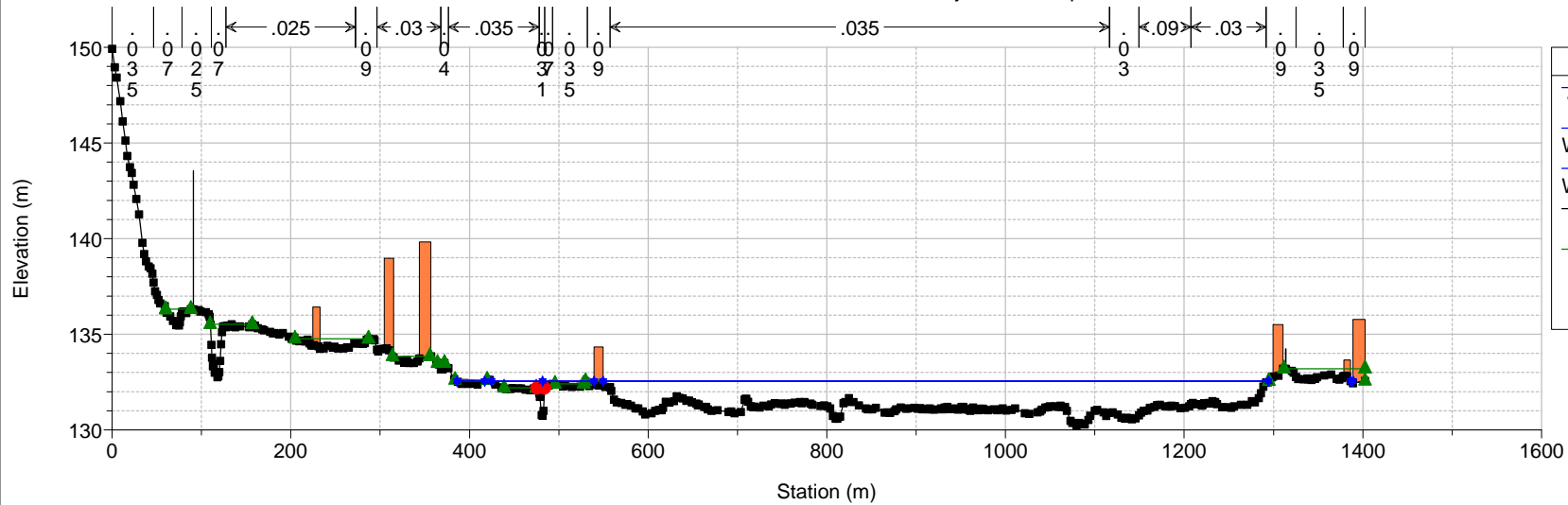
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

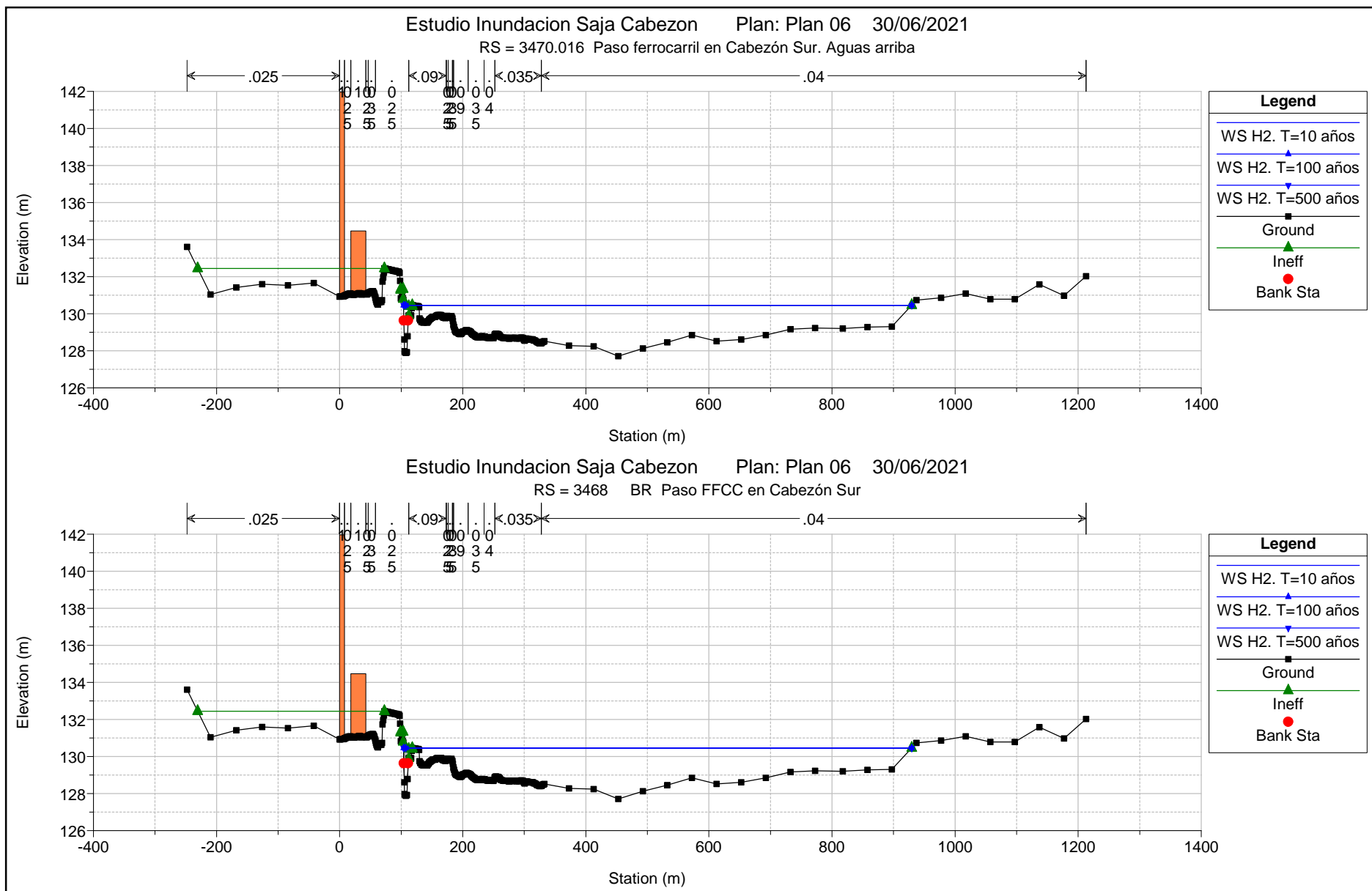
RS = 4288.655 Intermedio Arroyo de San Ciprián

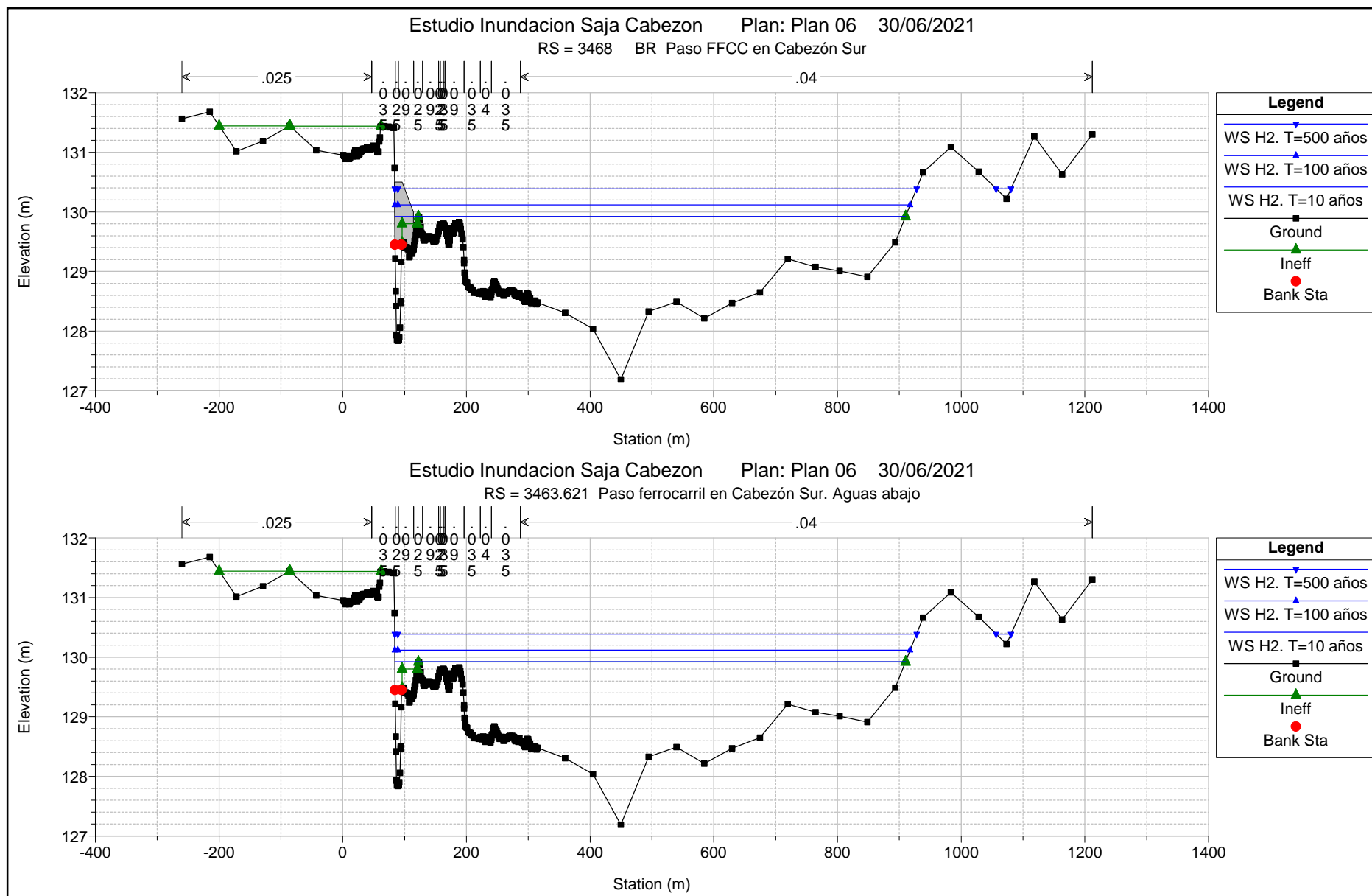


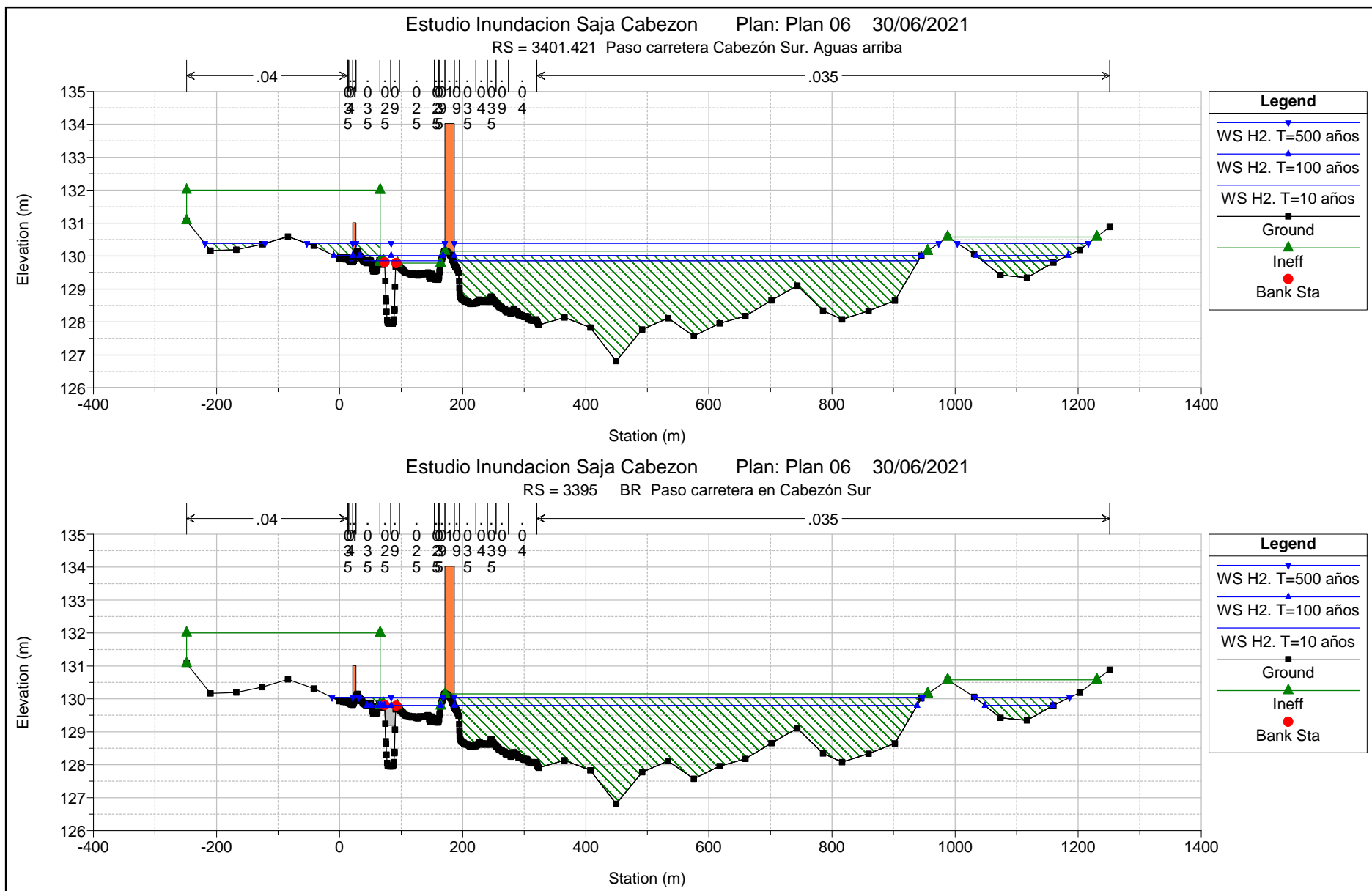
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 3814.674 Intermedio Arroyo de San Ciprián



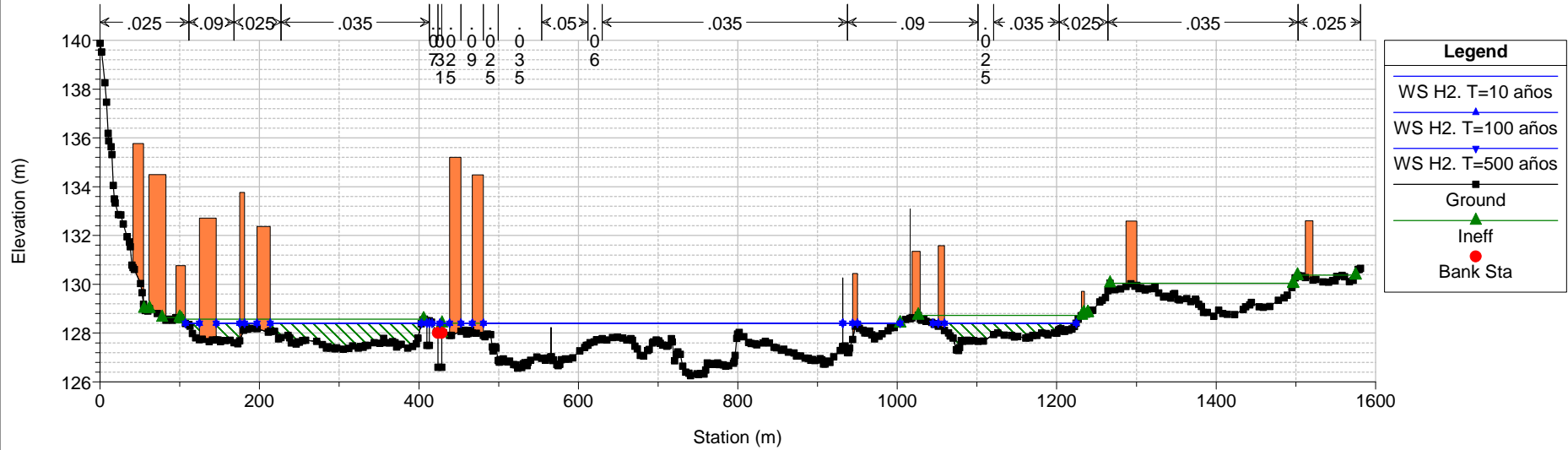






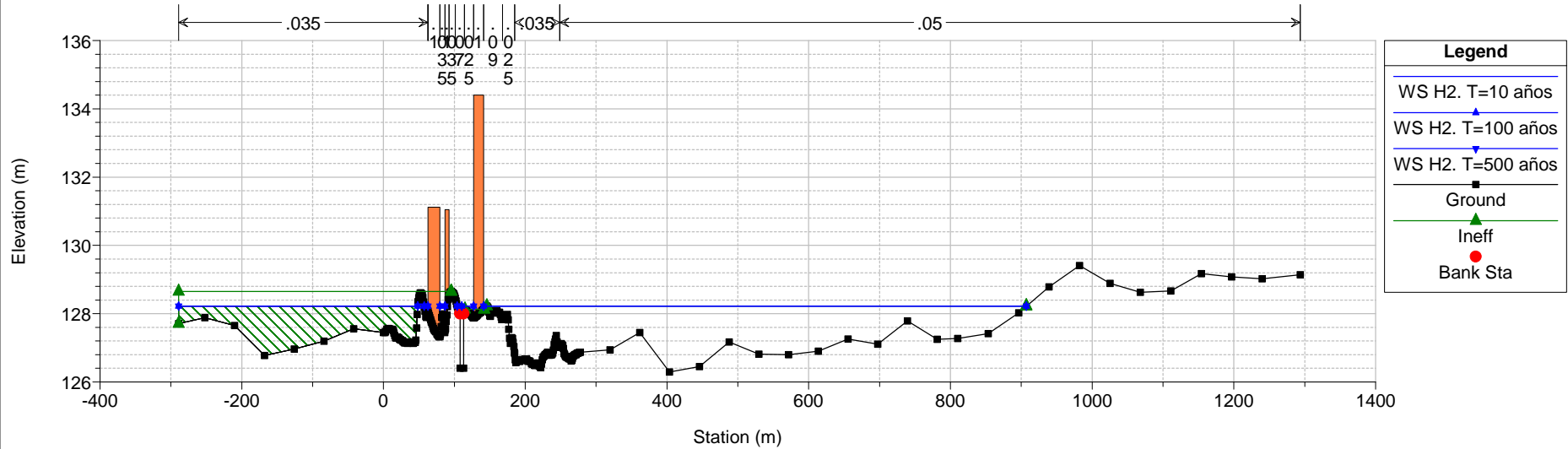
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

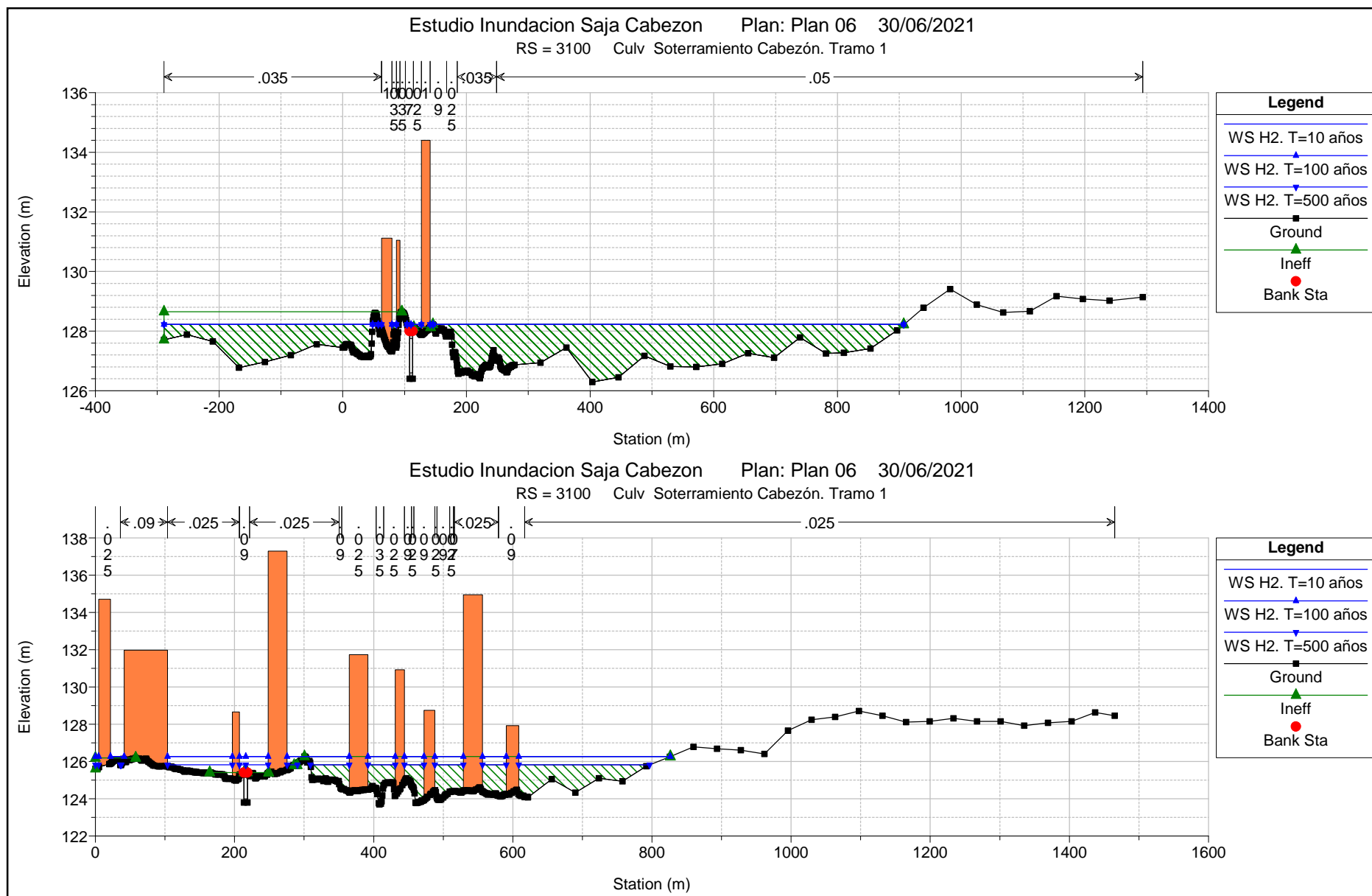
RS = 3203.159 Intermedio Arroyo de San Ciprián



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

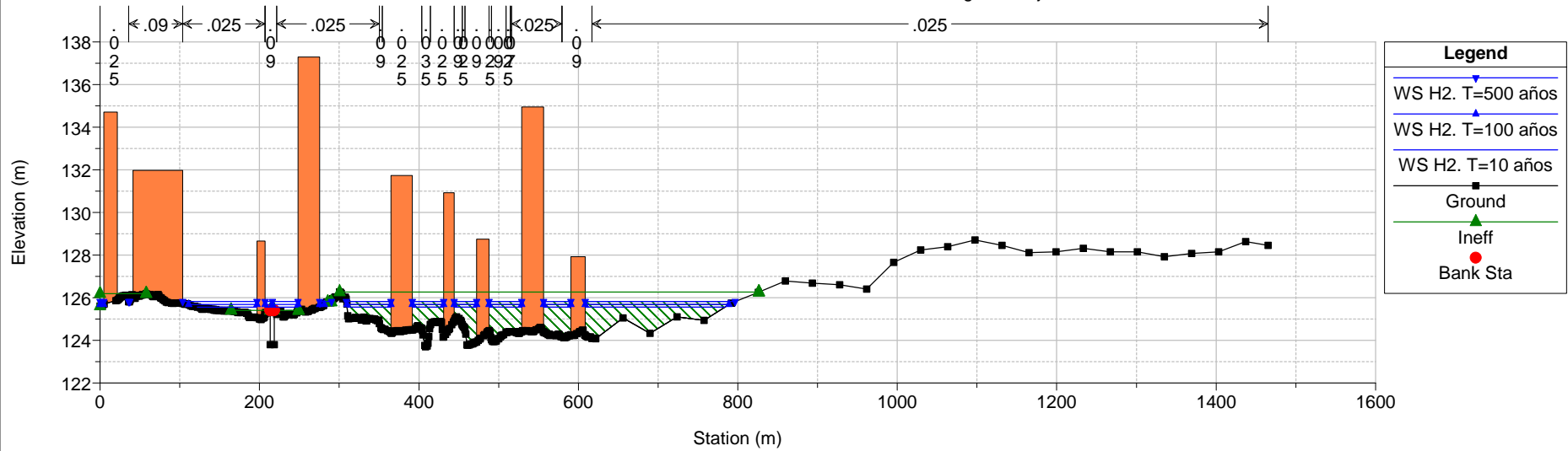
RS = 3180.936 Inicio del tramo 1 de soterramiento en el Molino de la Cabroja.





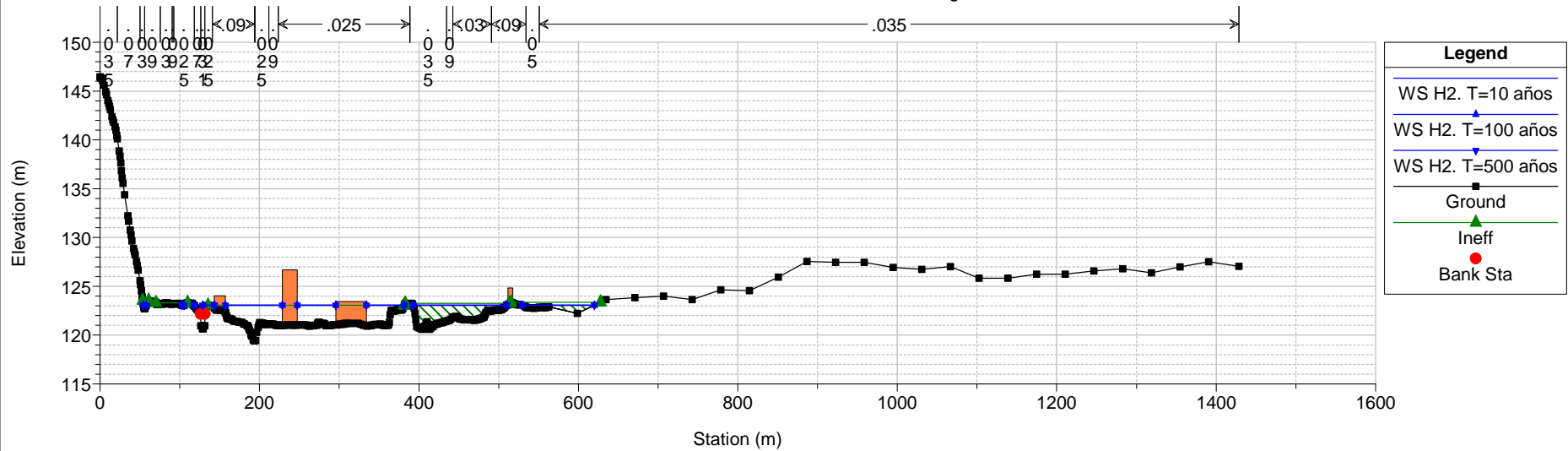
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 2907.181 Final del tramo 1 de soterramiento. Aguas abajo.



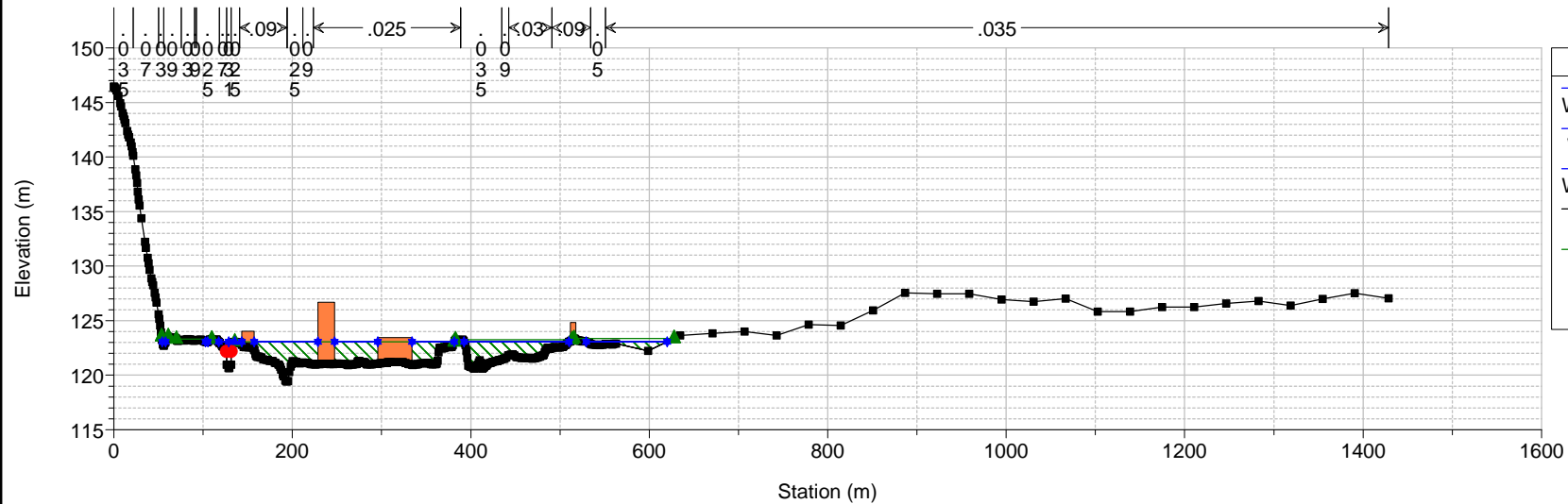
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 2559.902 Inicio tramo 2 de soterramiento. Aguas arriba.



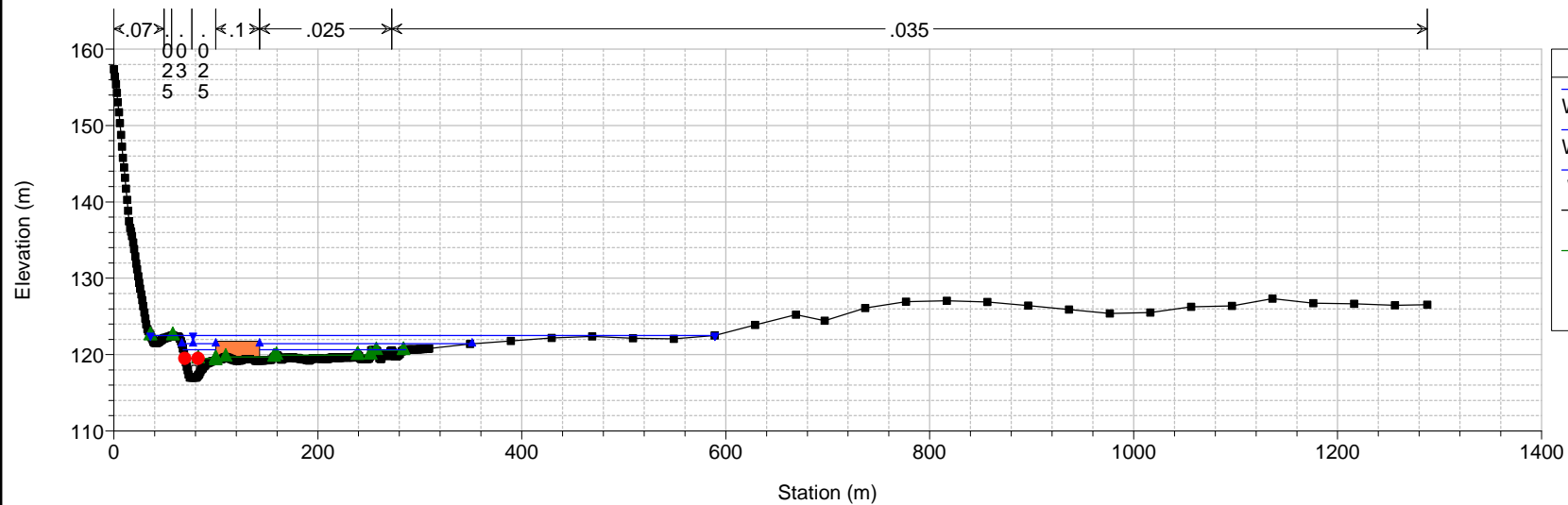
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 2400 Culv Soterramiento Cabezón. Tramo 2

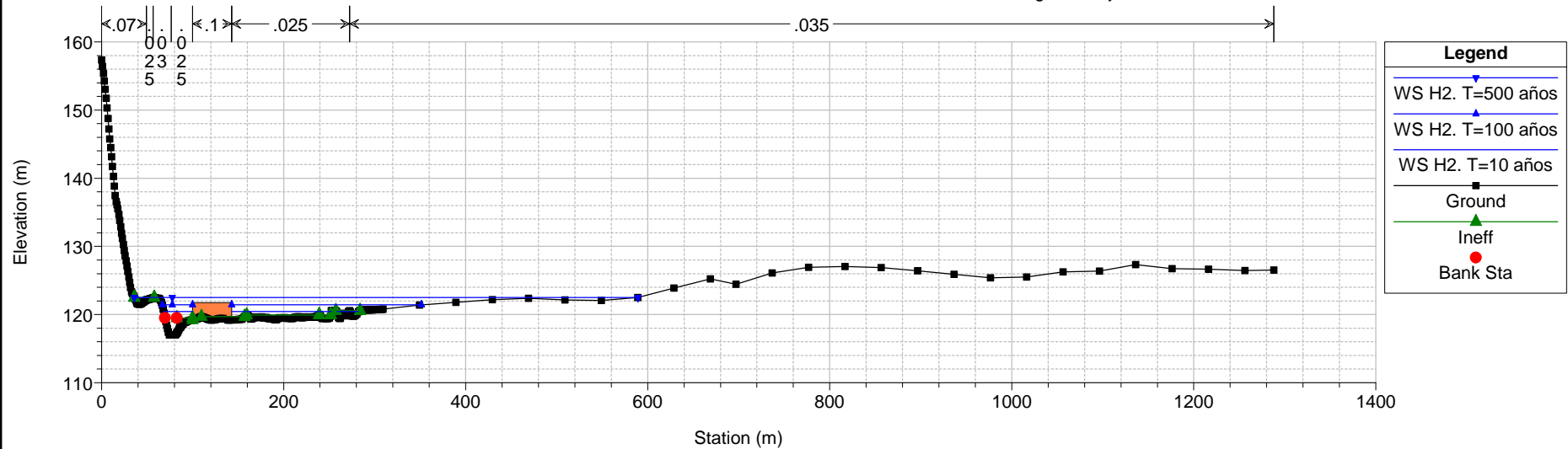


Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

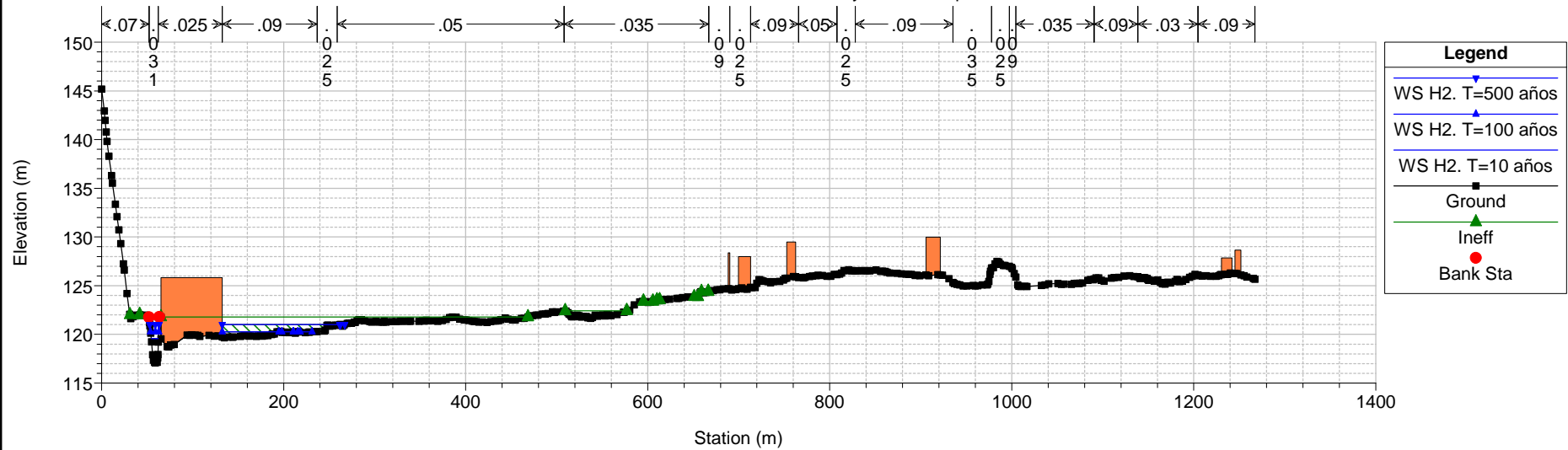
RS = 2400 Culv Soterramiento Cabezón. Tramo 2



Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021
RS = 2249.945 Final tramo 2 de soterramiento. Textil Santanderina. Aguas abajo

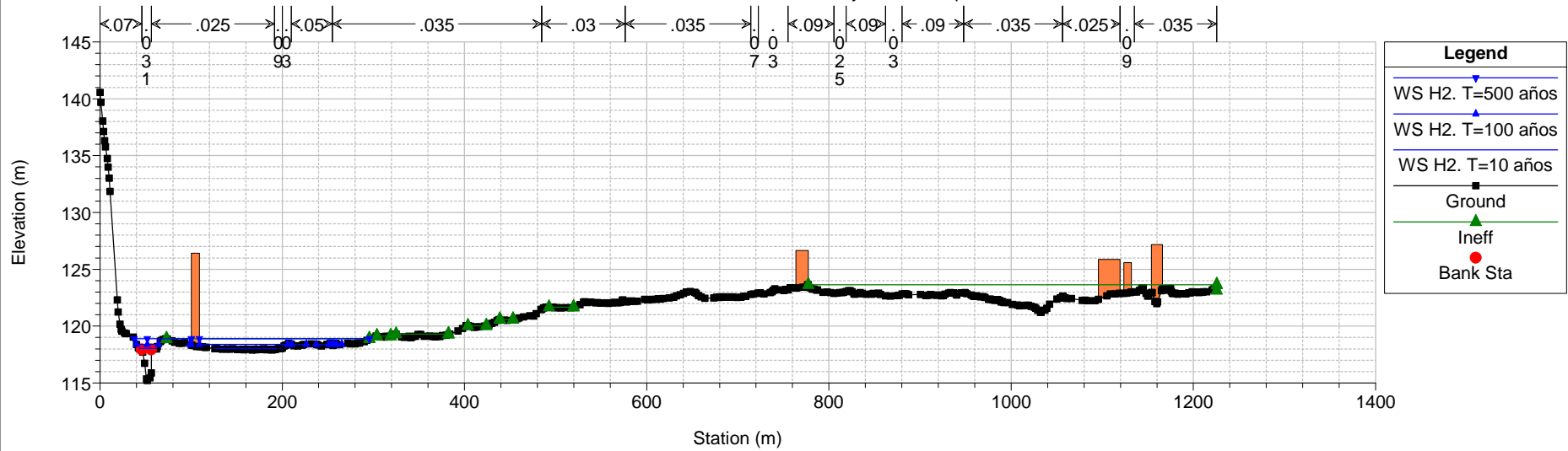


Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021
RS = 2214.132 Intermedio Arroyo de San Ciprián



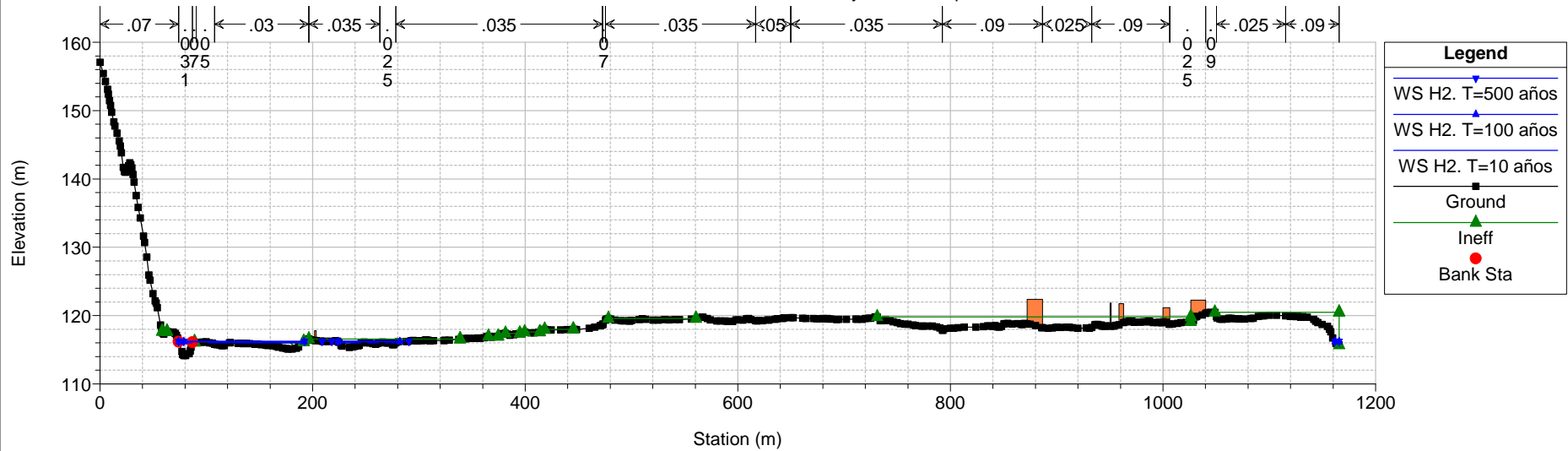
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 1940.109 Intermedio Arroyo de San Ciprián



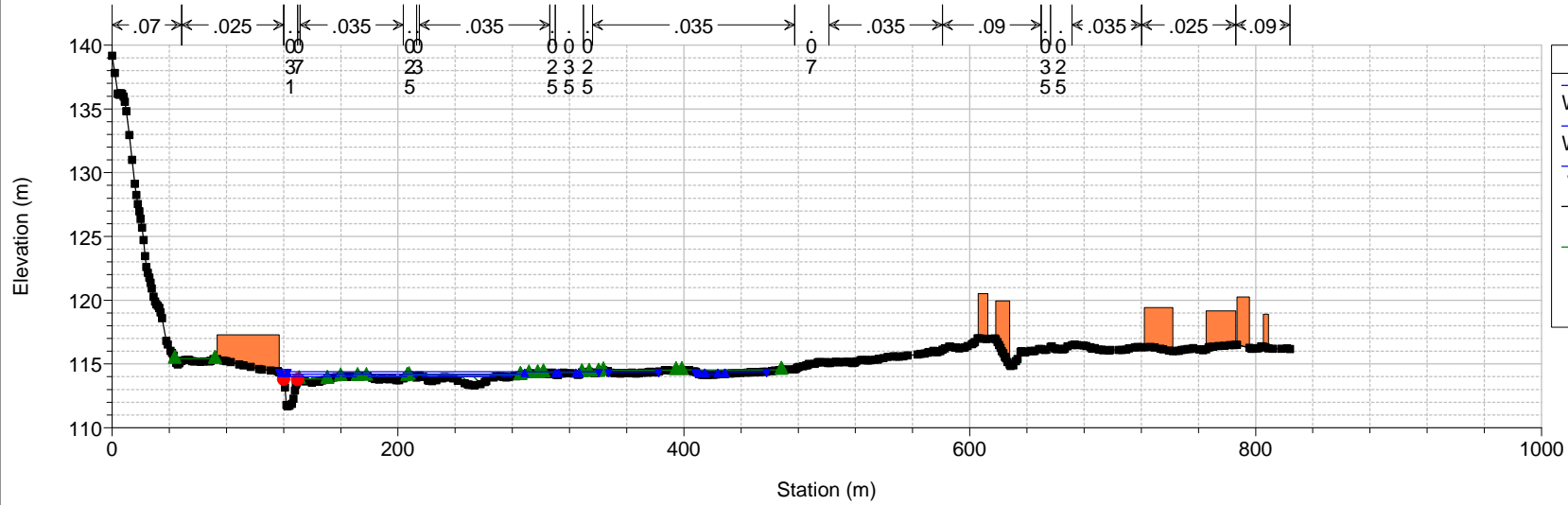
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 1674.167 Intermedio Arroyo de San Ciprián



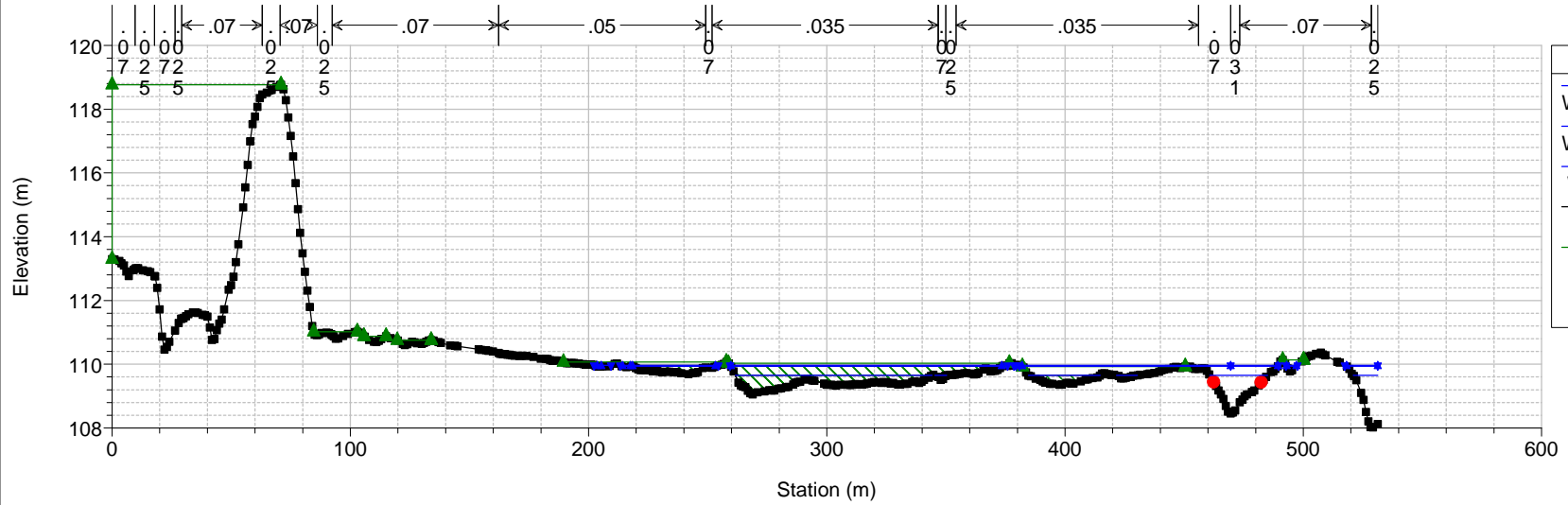
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 1285.484 Intermedio Arroyo de San Ciprián



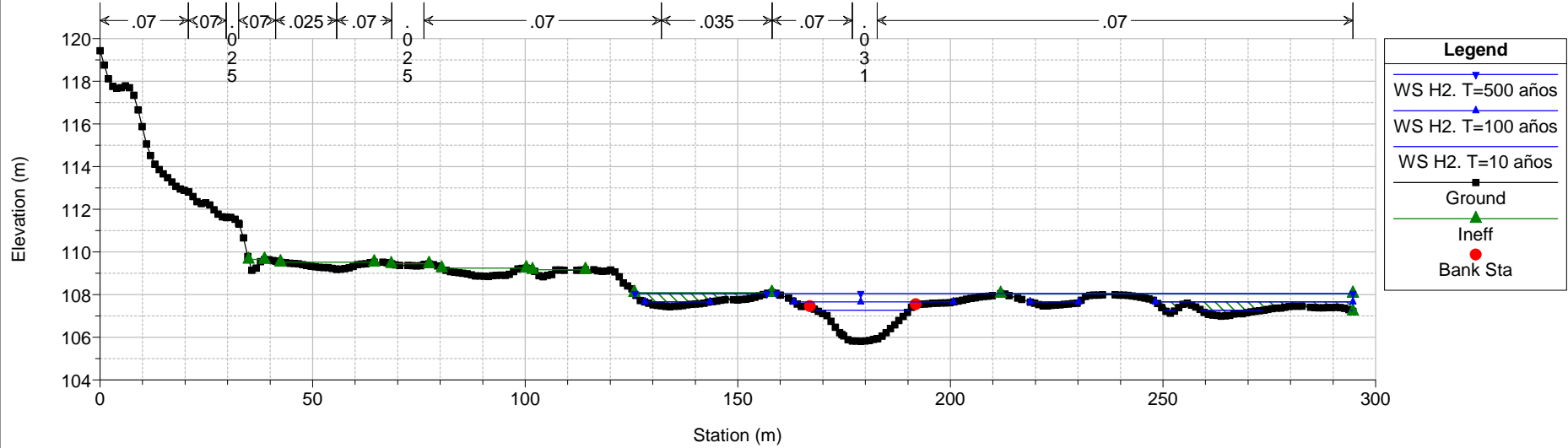
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 487.1035 Intermedio Arroyo de San Ciprián



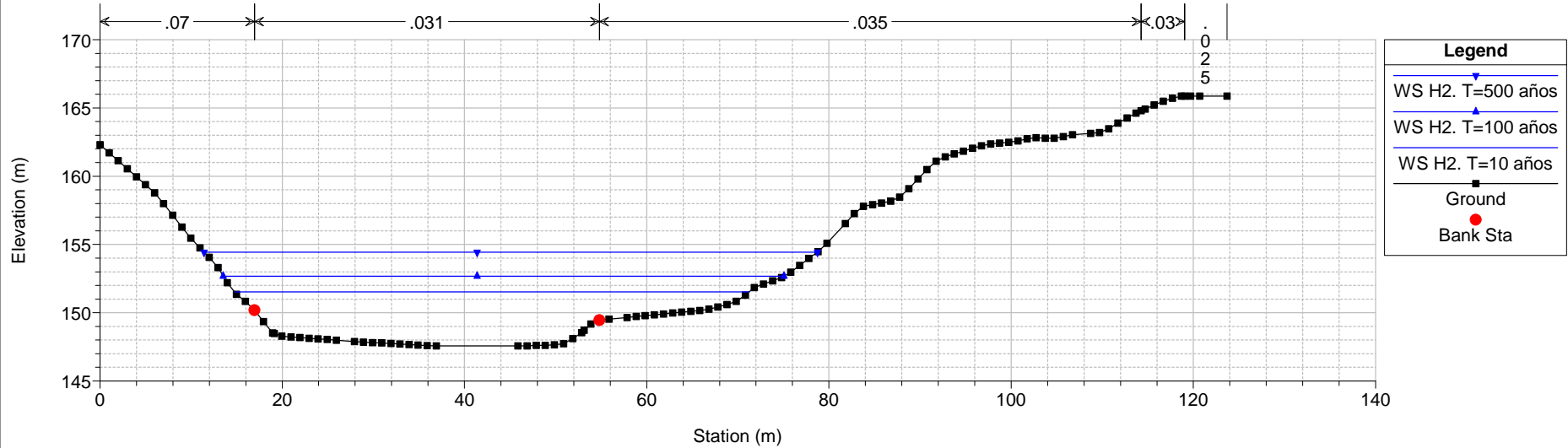
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 179.0379 Sección aguas abajo arroyo San Ciprián. Ontario.



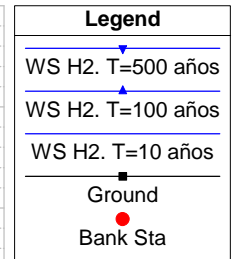
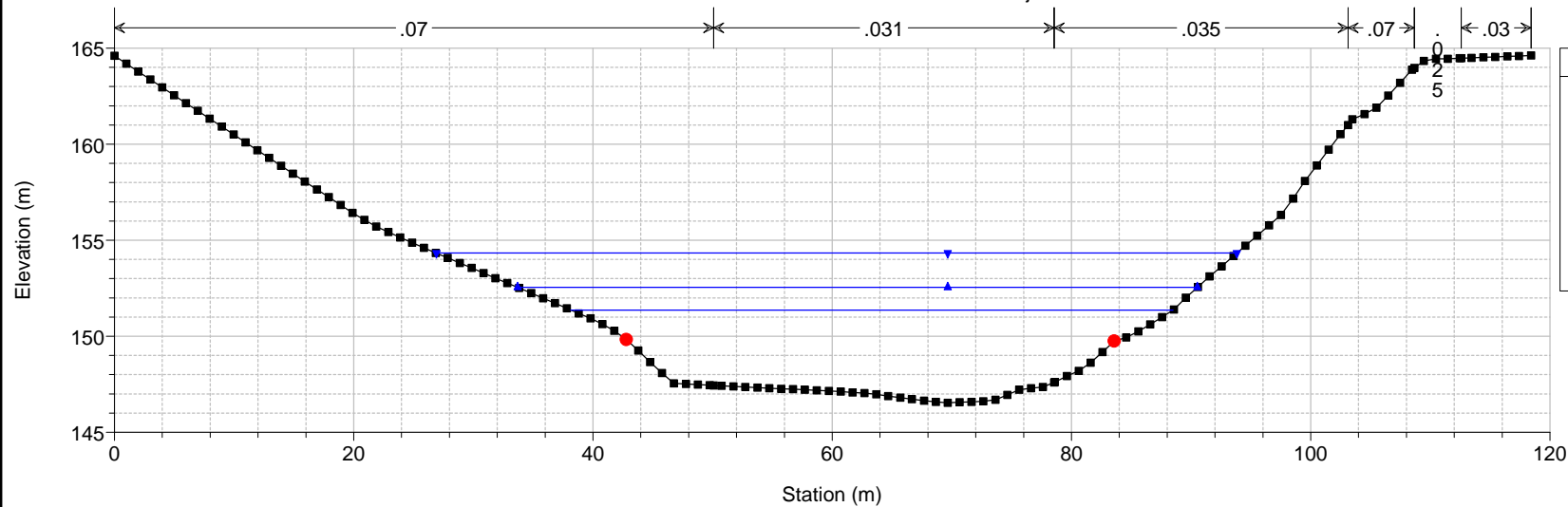
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 7208.568 Sección aguas arriba Saja tramo 1



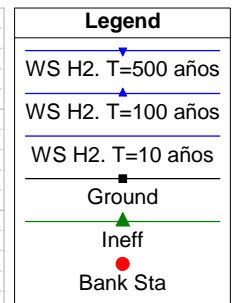
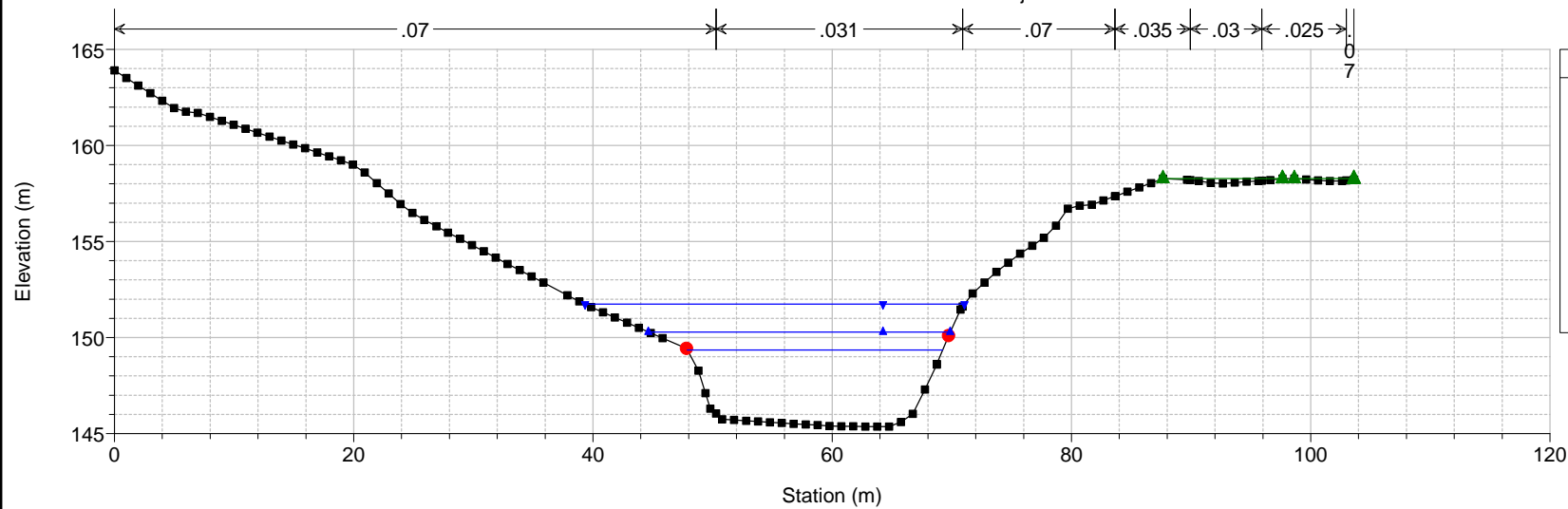
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 7079.696 Intermedio Saja



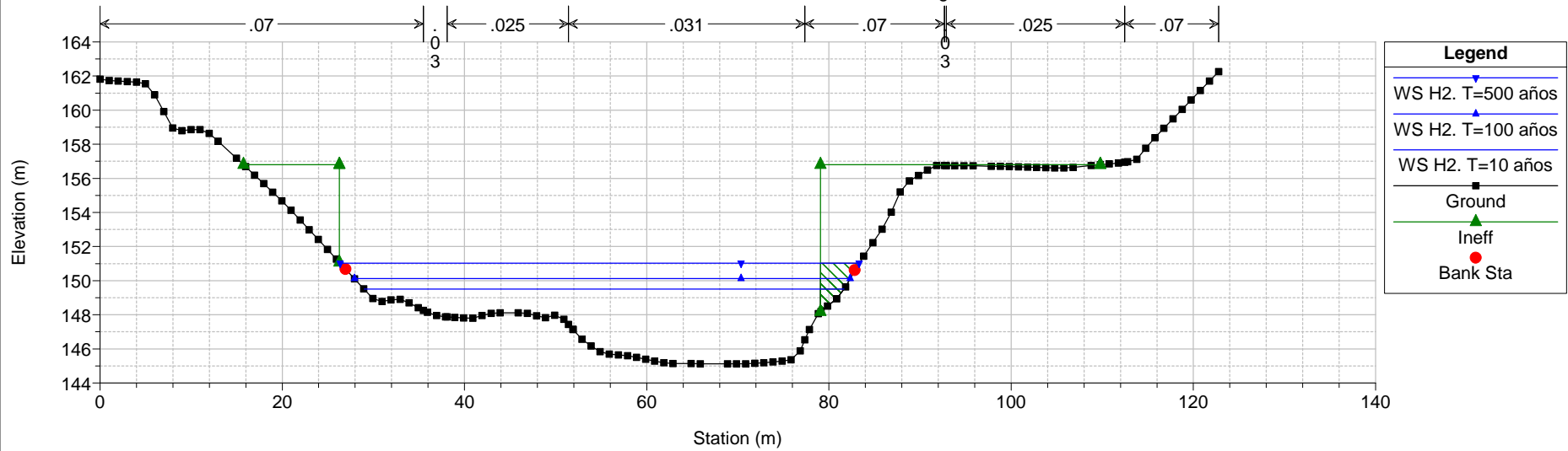
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6933.05 Intermedio Saja



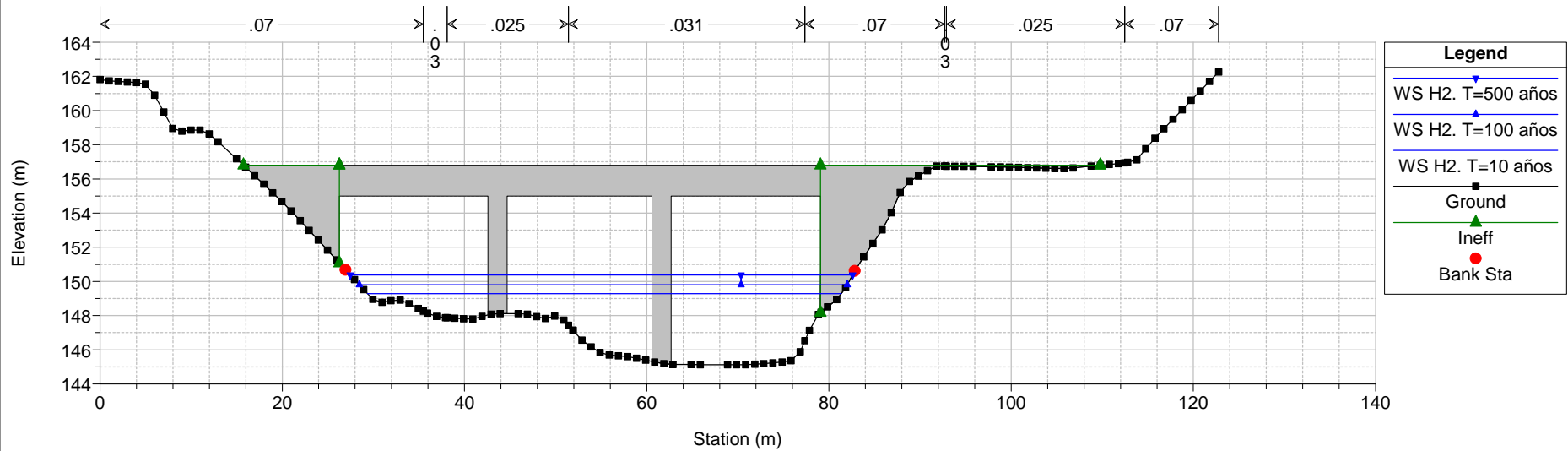
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6852.359 Sección Puente Santa Lucía. Aguas arriba.



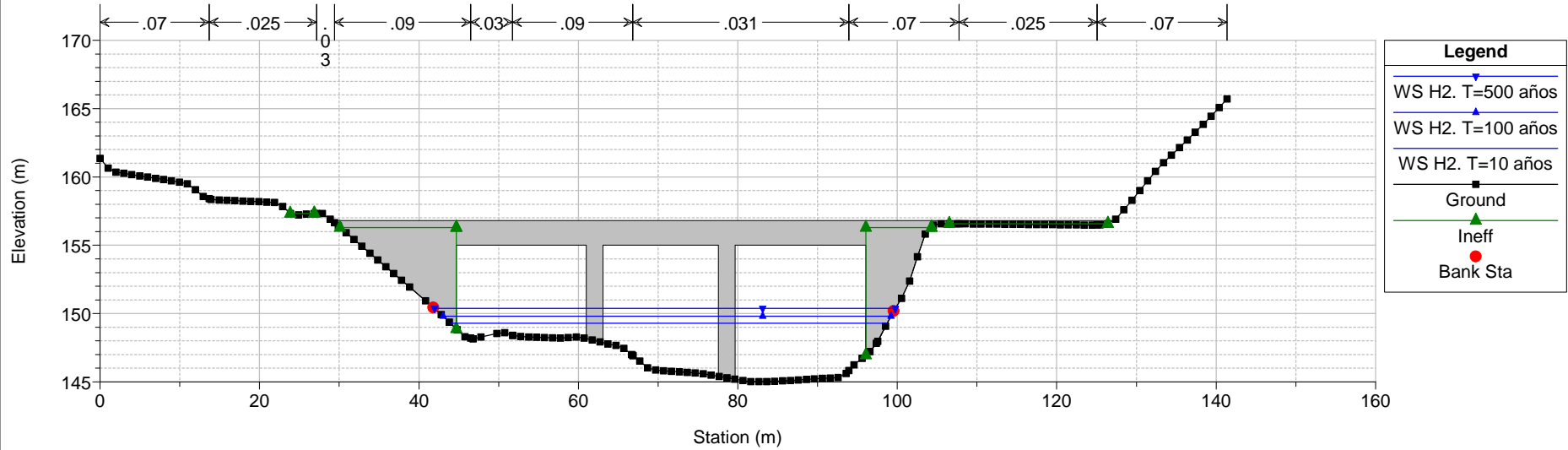
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6848 BR Puente Santa Lucía



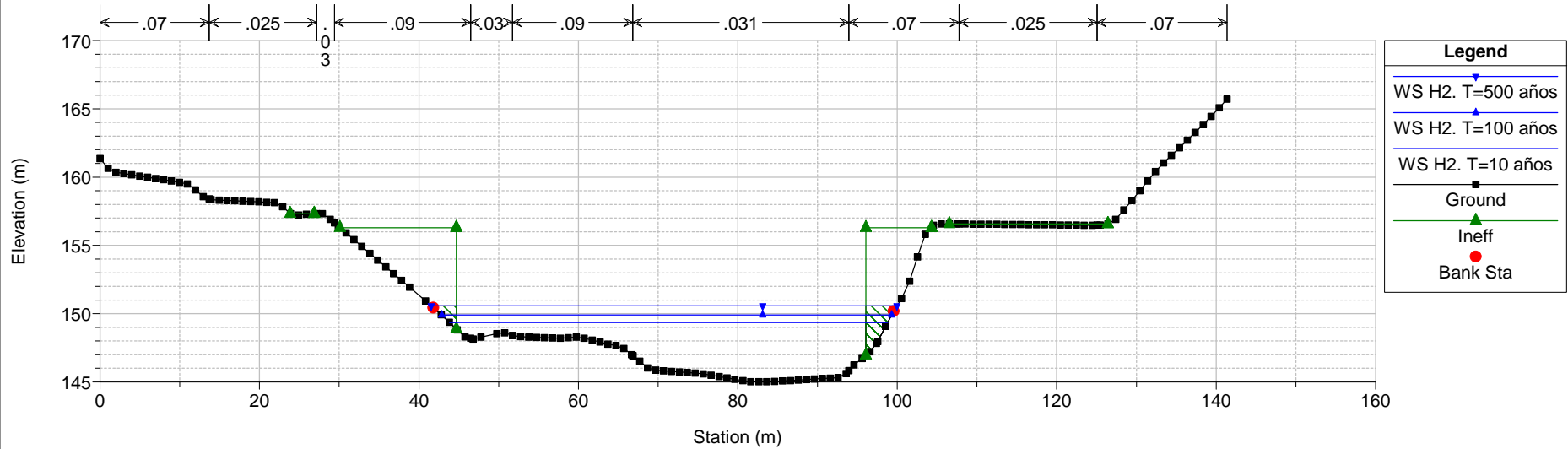
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6848 BR Puente Santa Lucía



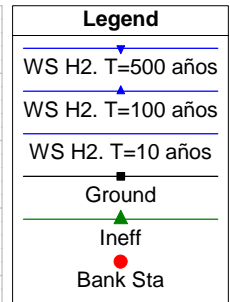
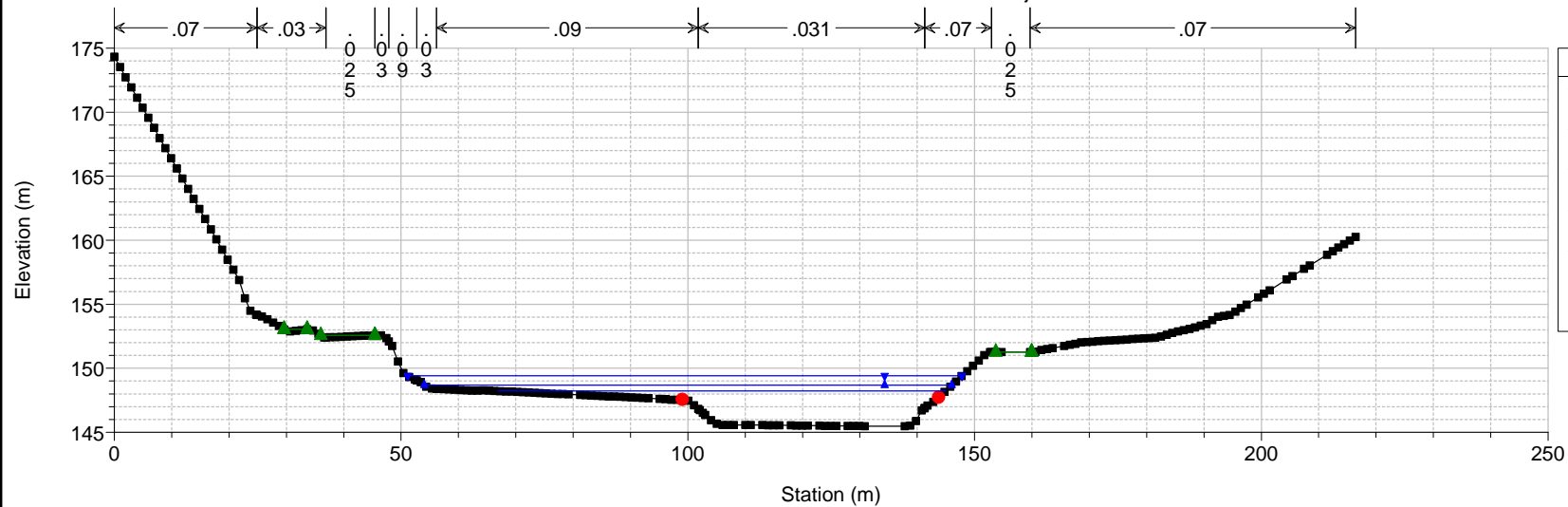
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 6843.024 Sección Puente Santa Lucía. Aguas abajo.



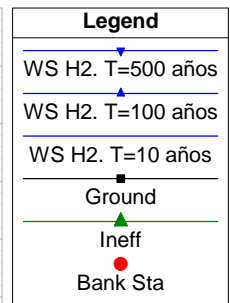
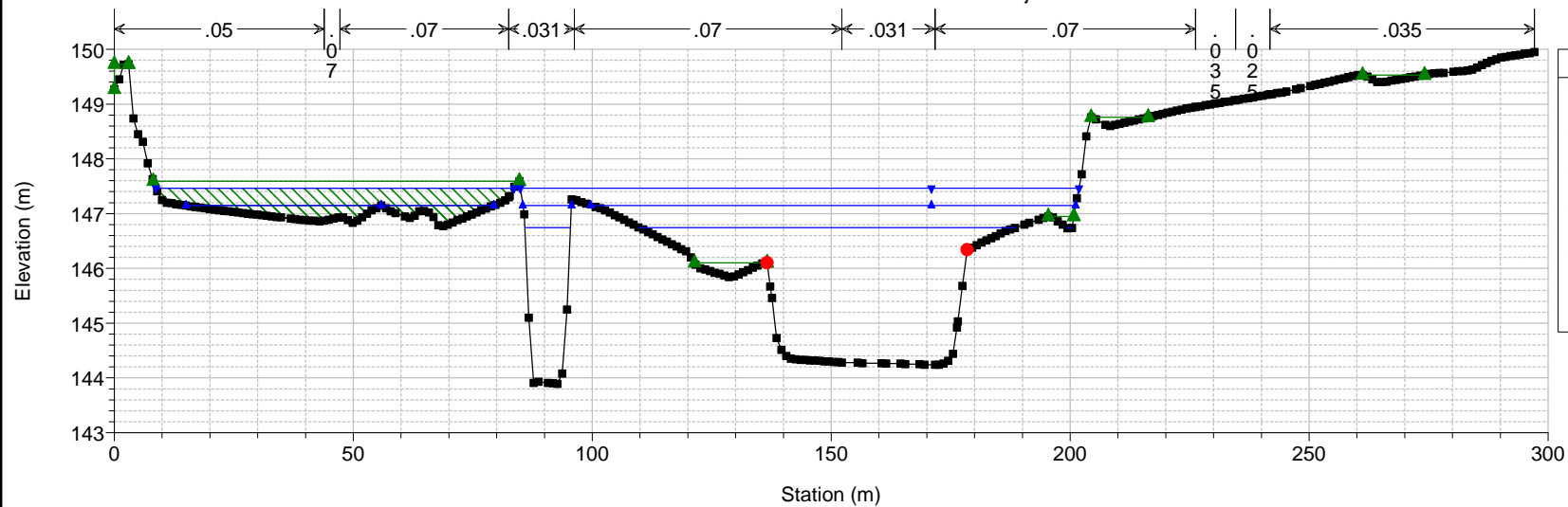
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

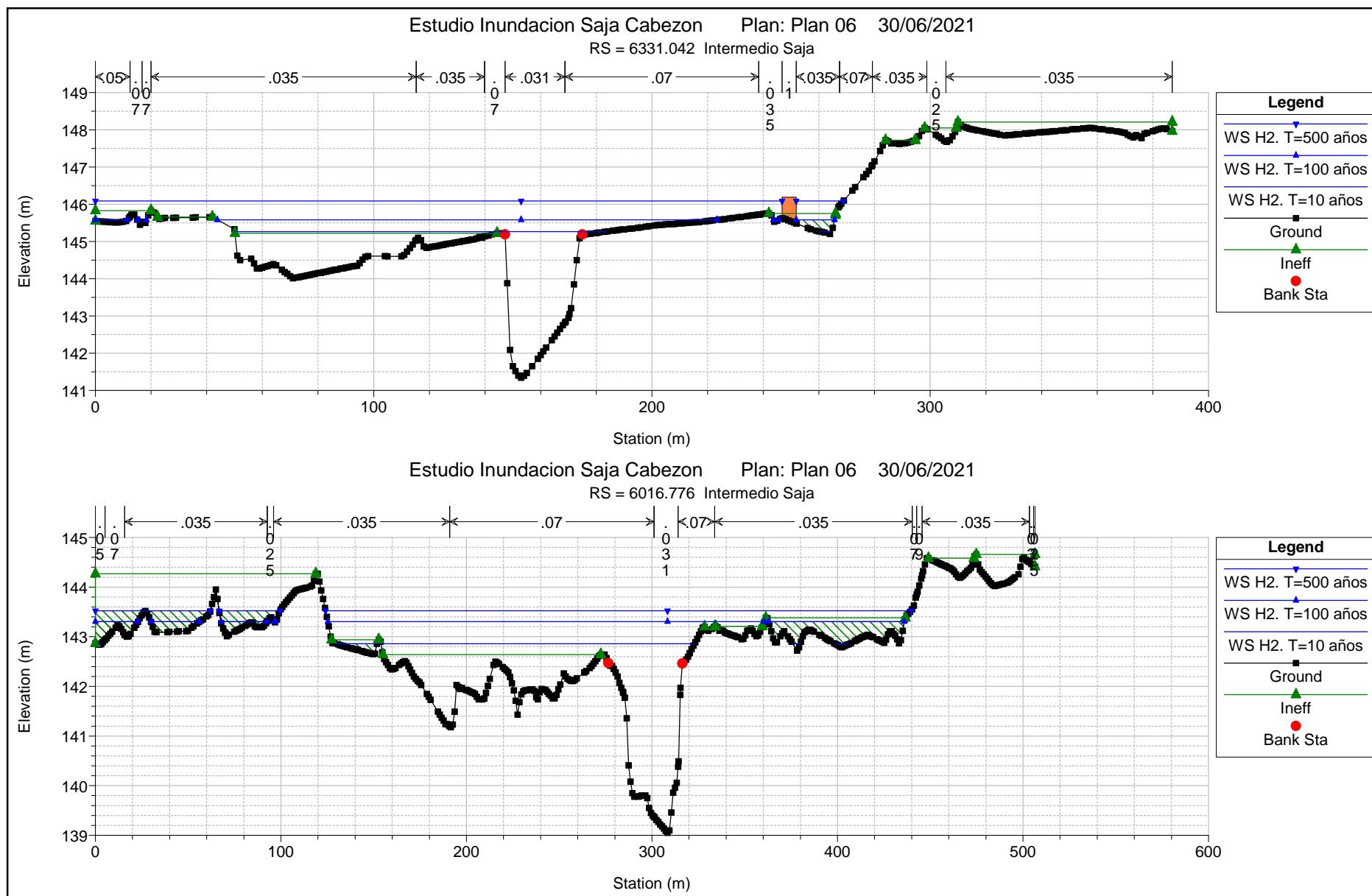
RS = 6723.356 Intermedio Saja



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

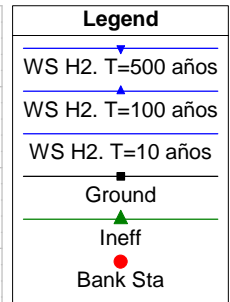
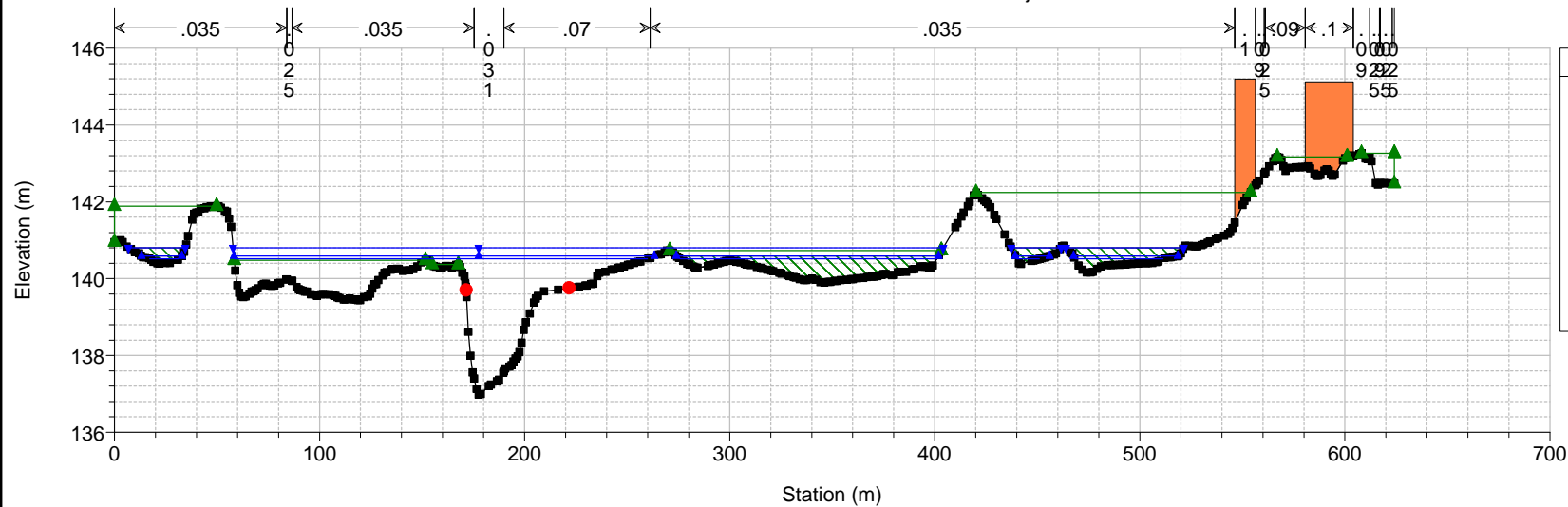
RS = 6510.348 Intermedio Saja





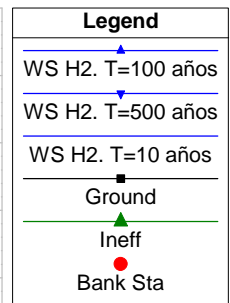
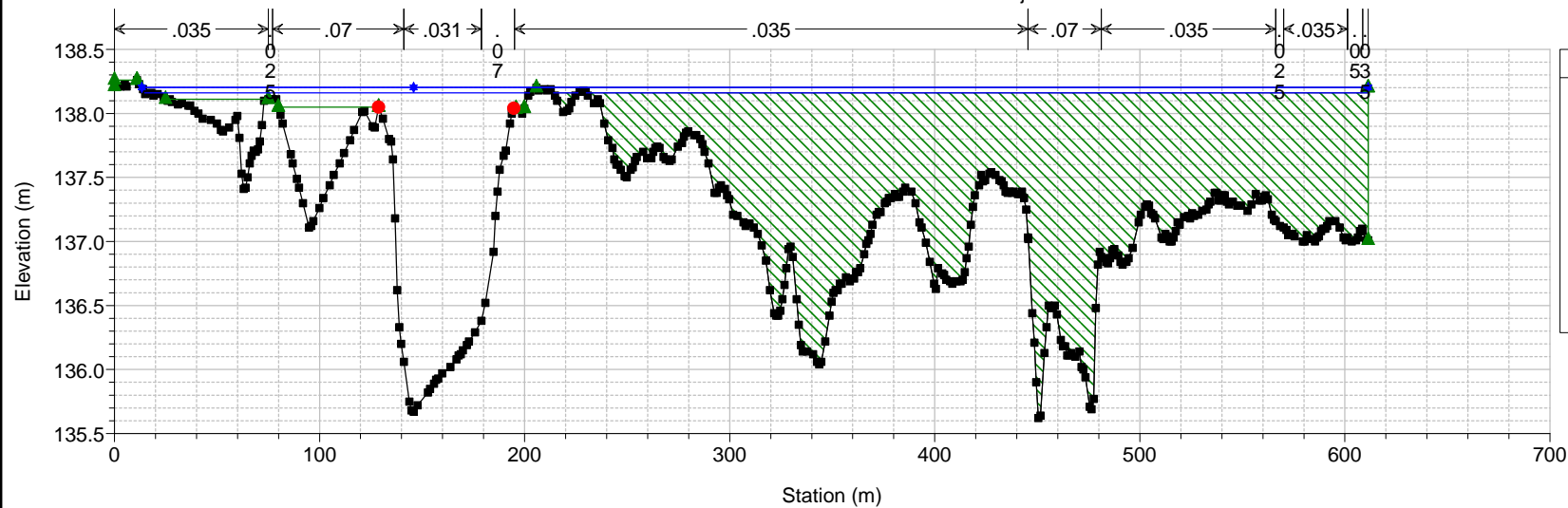
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 5714.046 Intermedio Saja



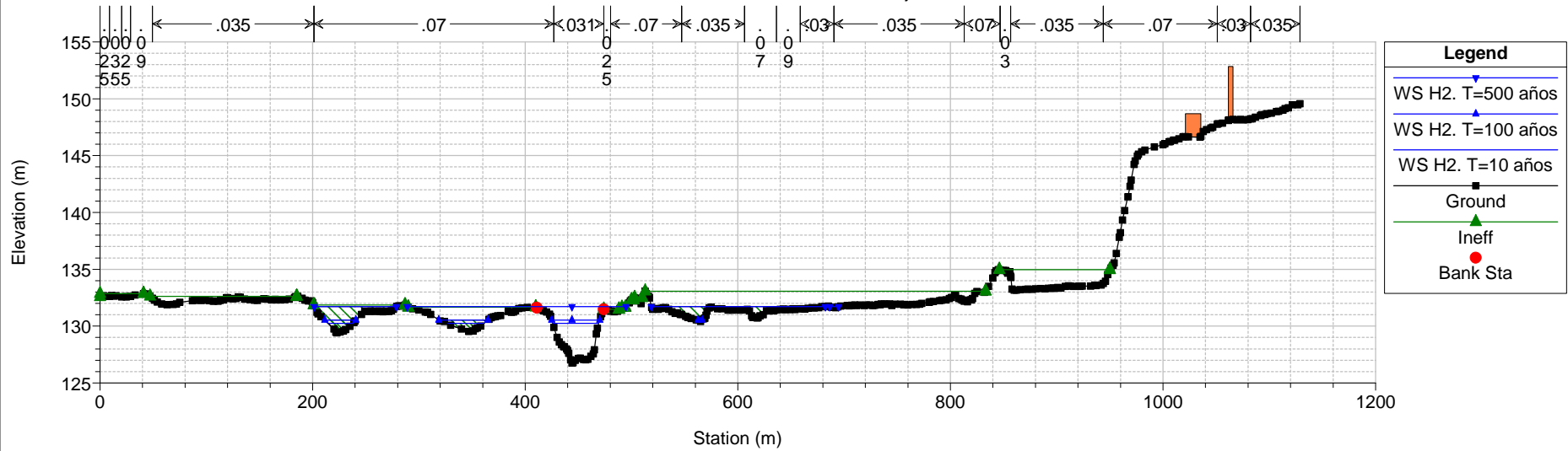
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 5438.49 Intermedio Saja



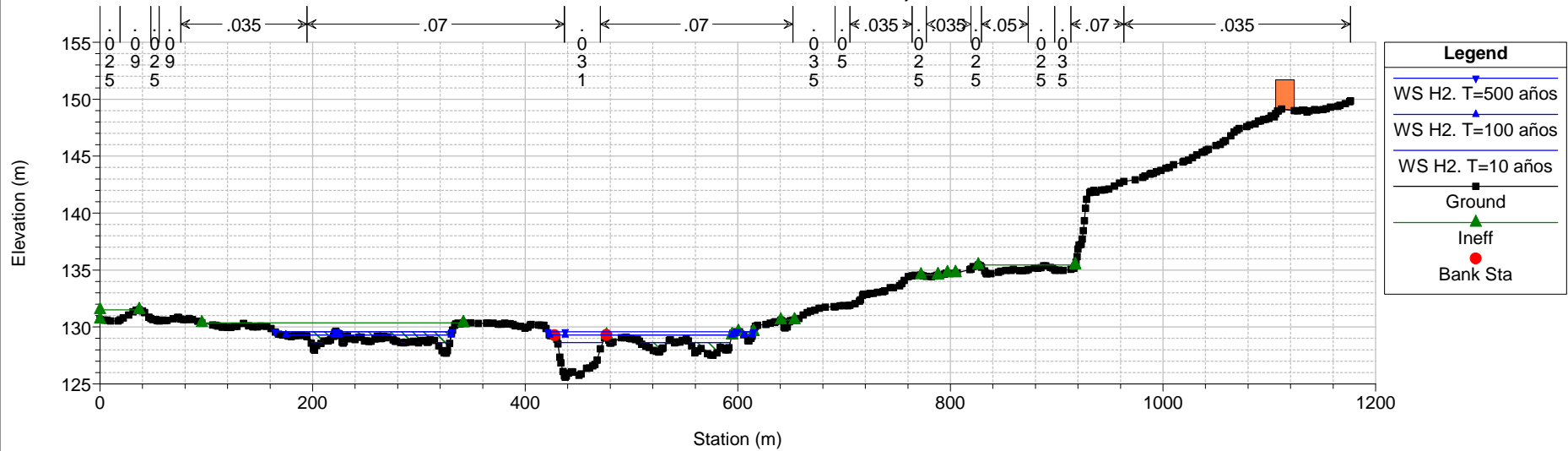
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 4670.44 Intermedio Saja



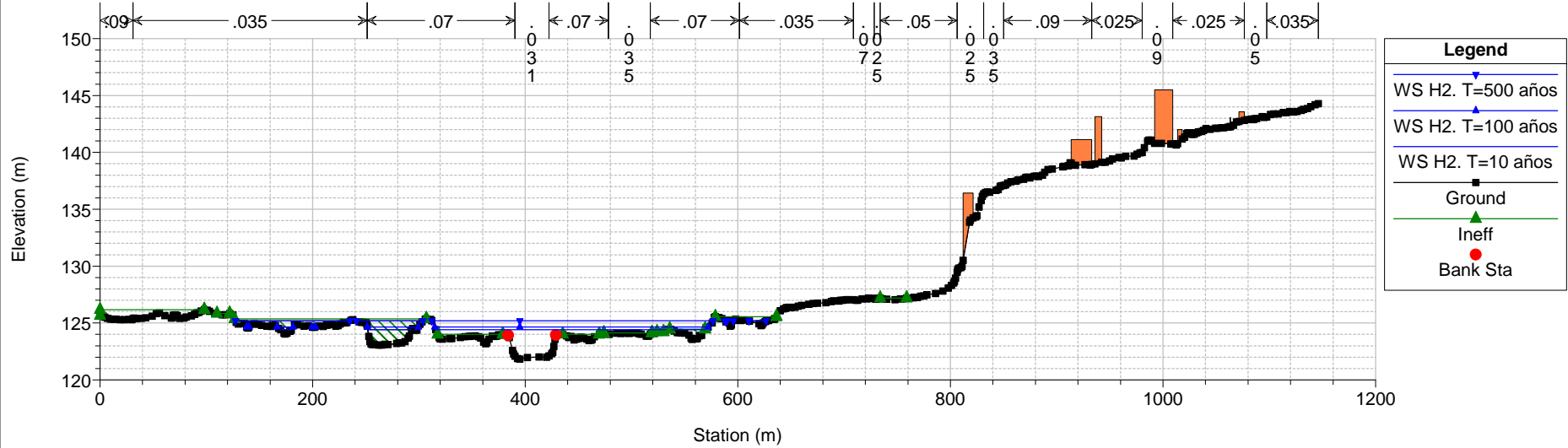
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 4486.89 Intermedio Saja



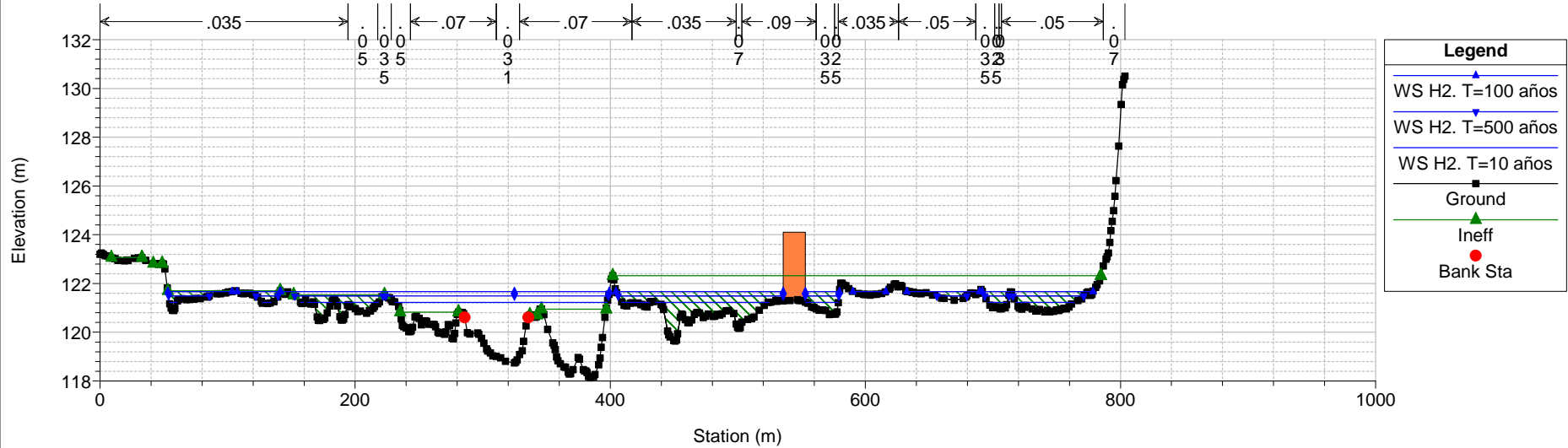
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

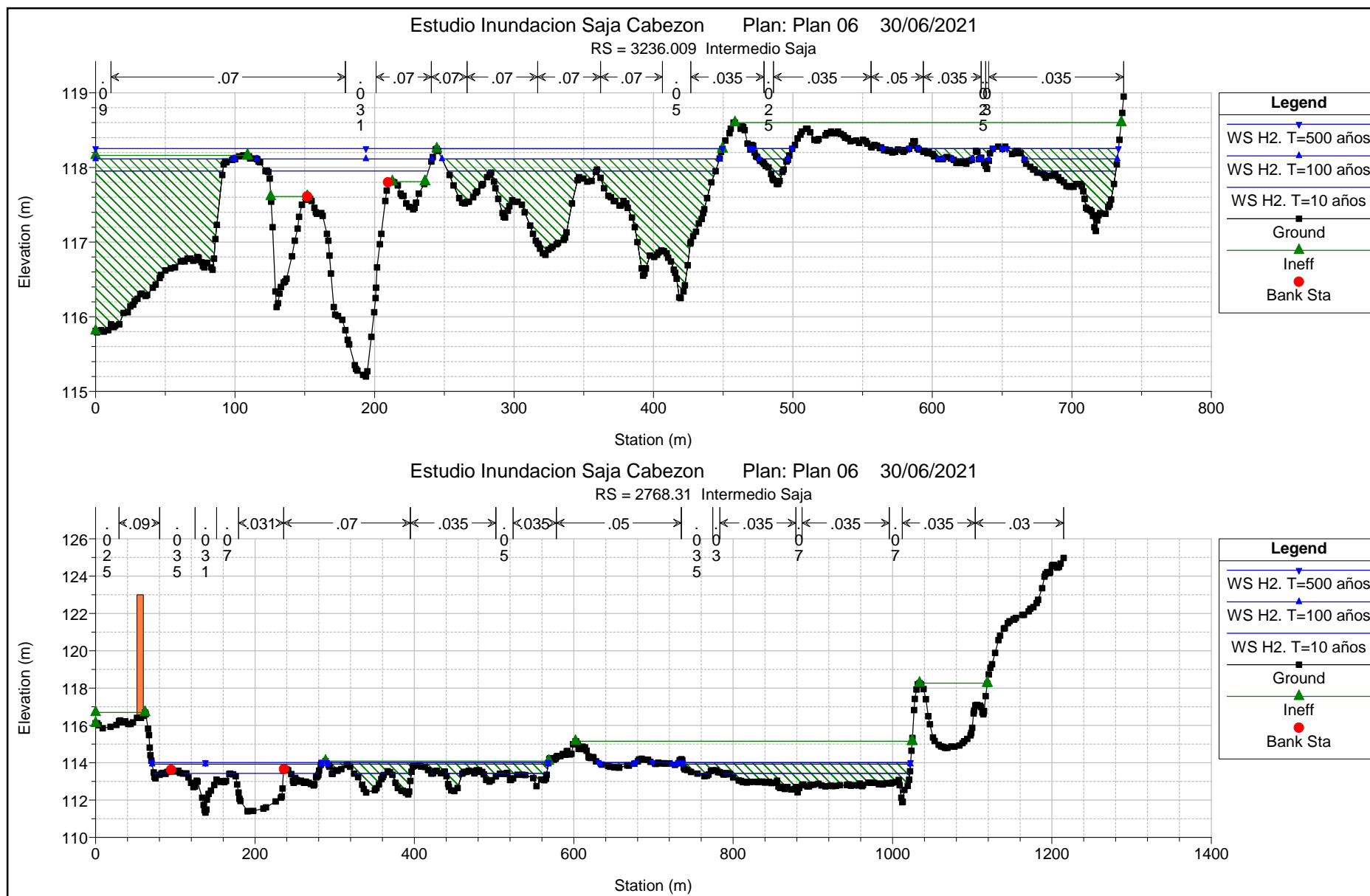
RS = 4008.027 Intermedio Saja



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

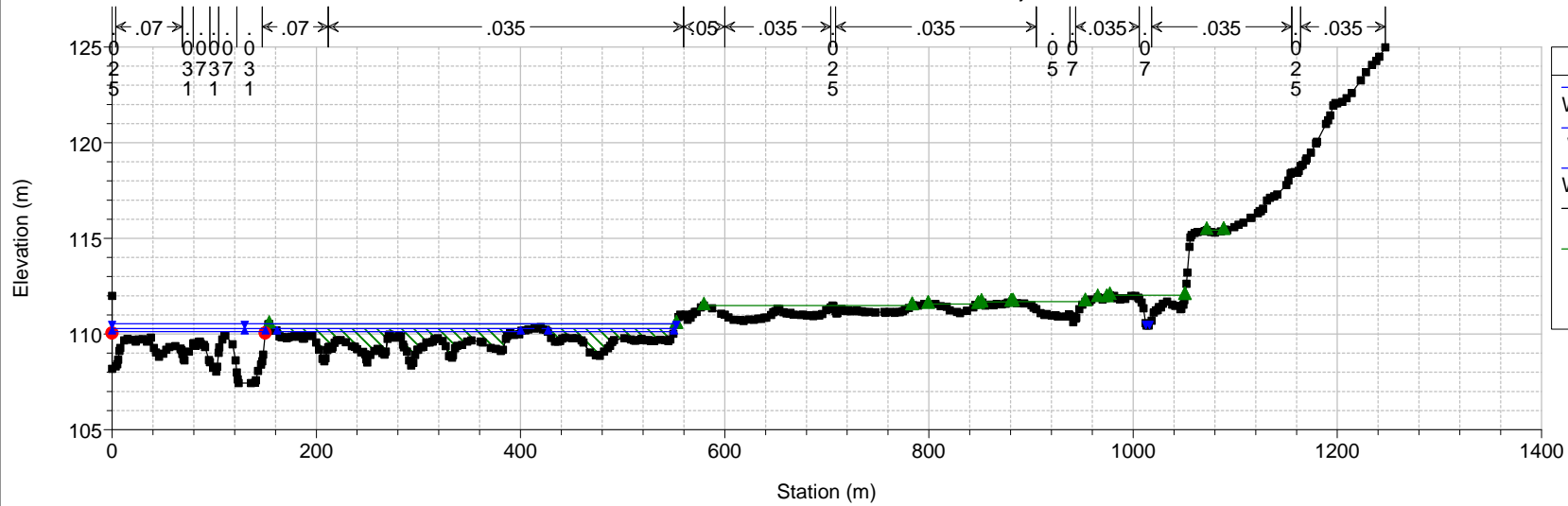
RS = 3615.332 Intermedio Saja





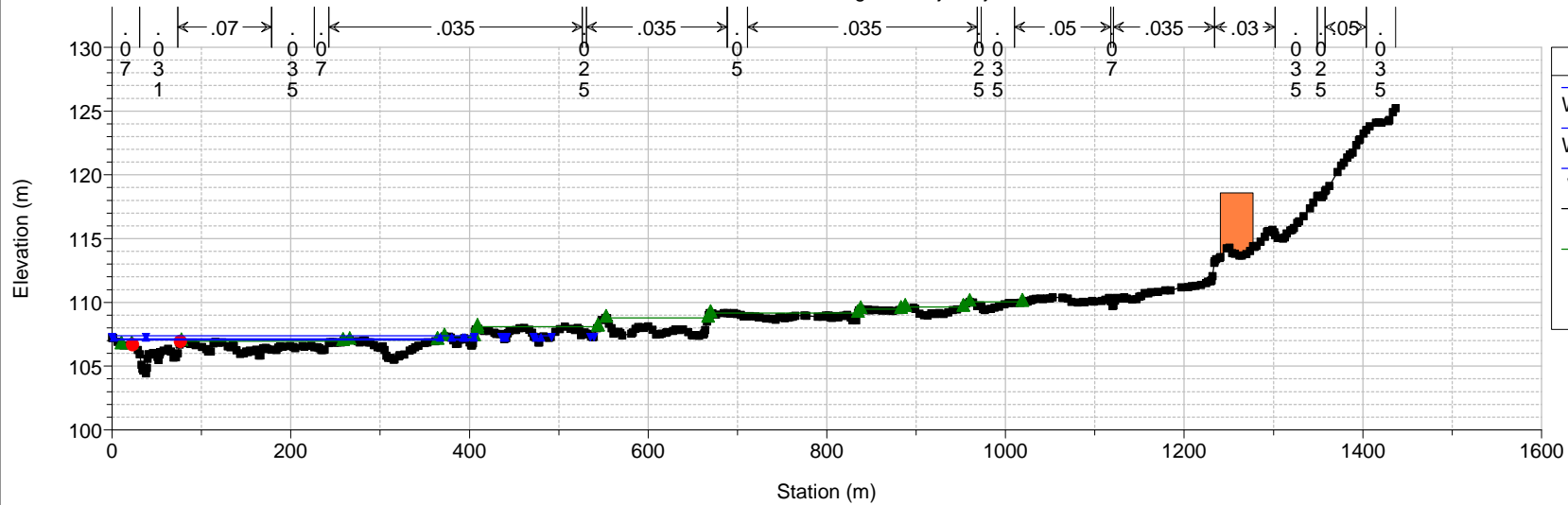
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

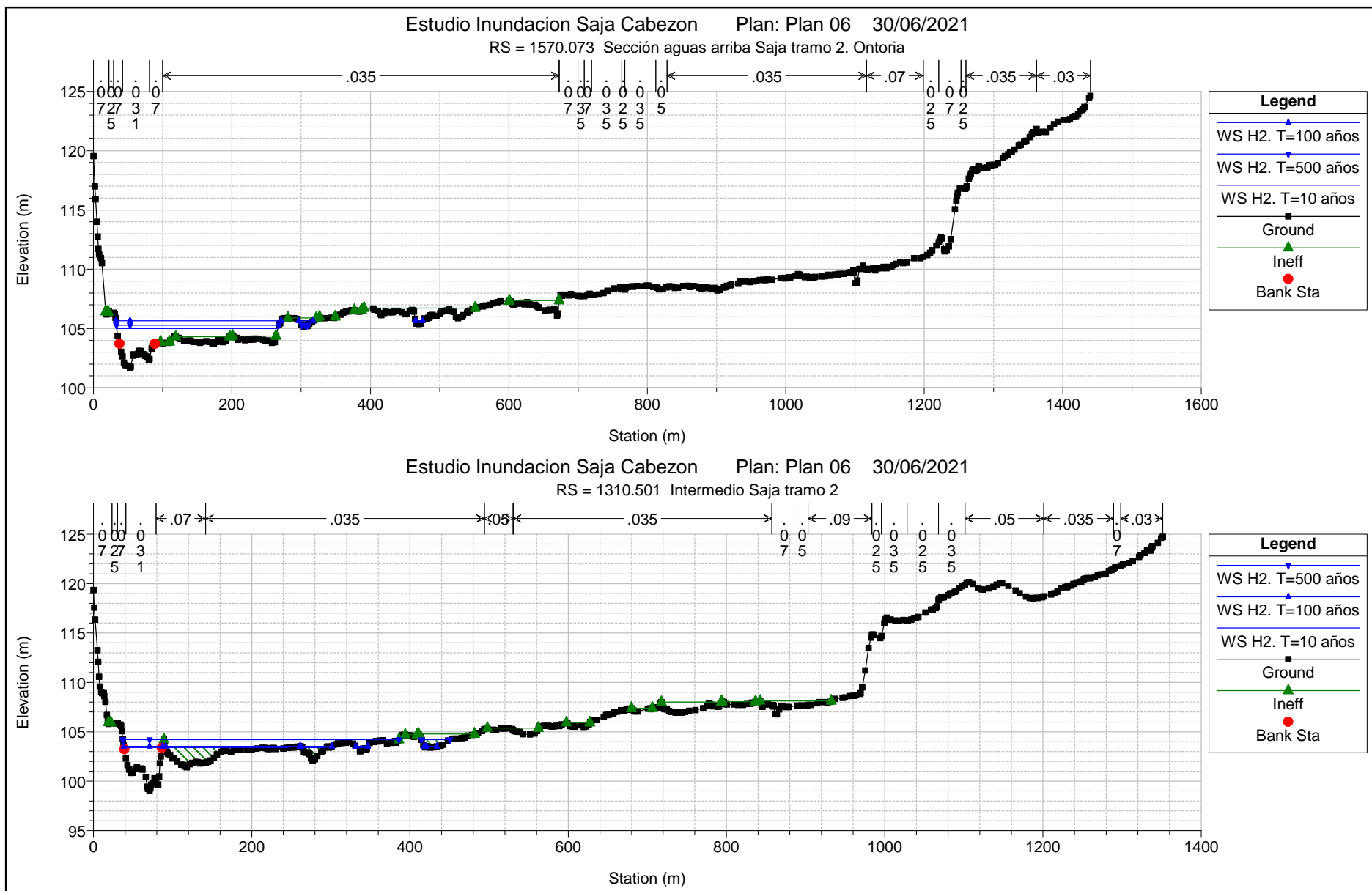
RS = 2326.999 Intermedio Saja

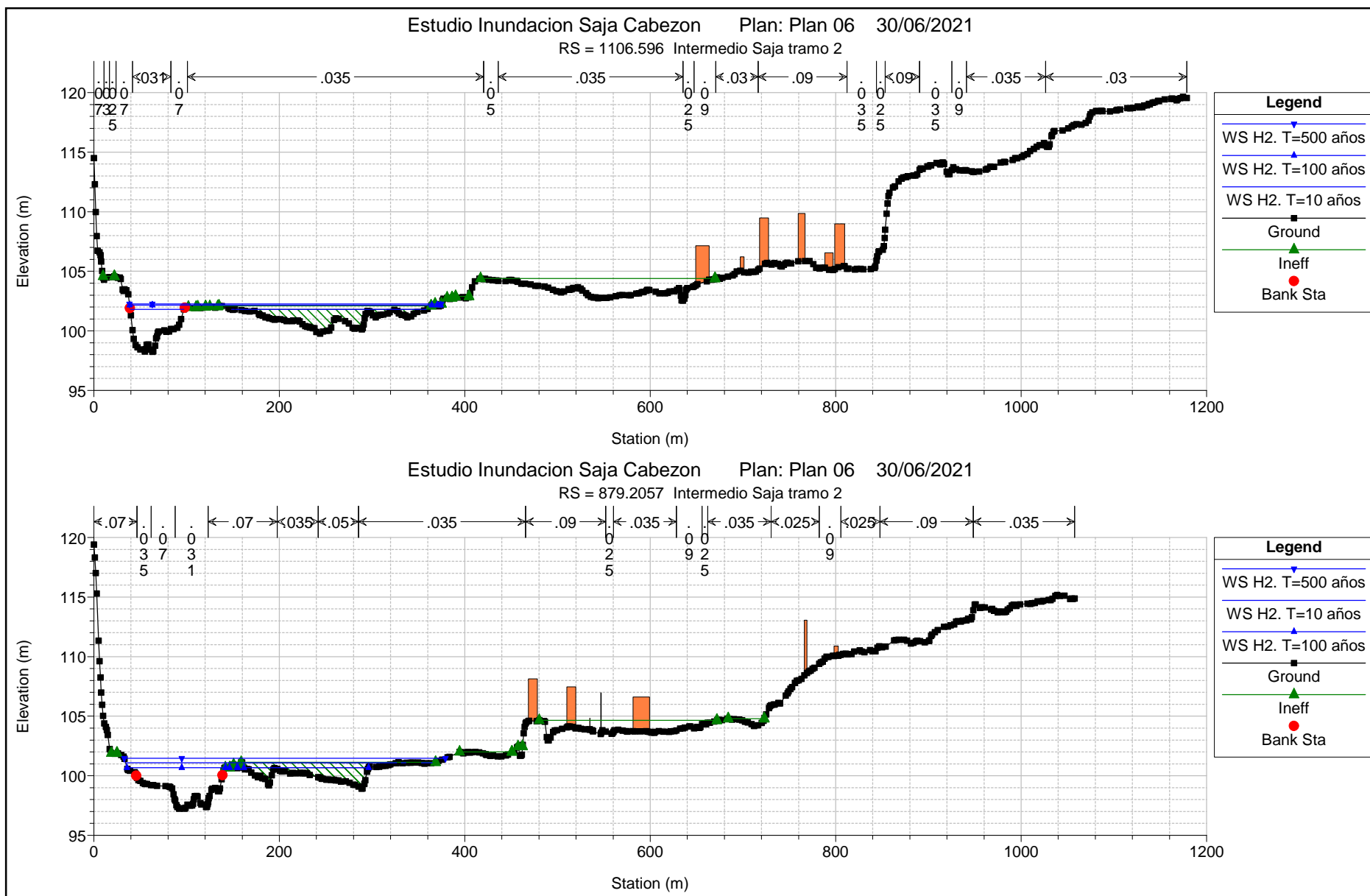


Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 2033.65 Sección aguas abajo Saja tramo 1. Ontario

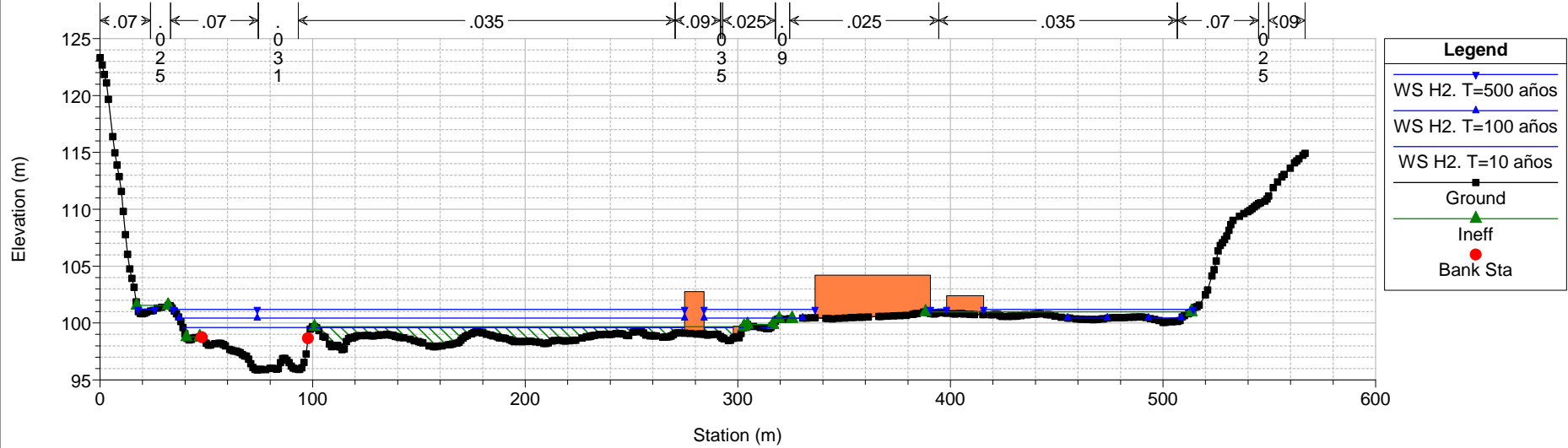






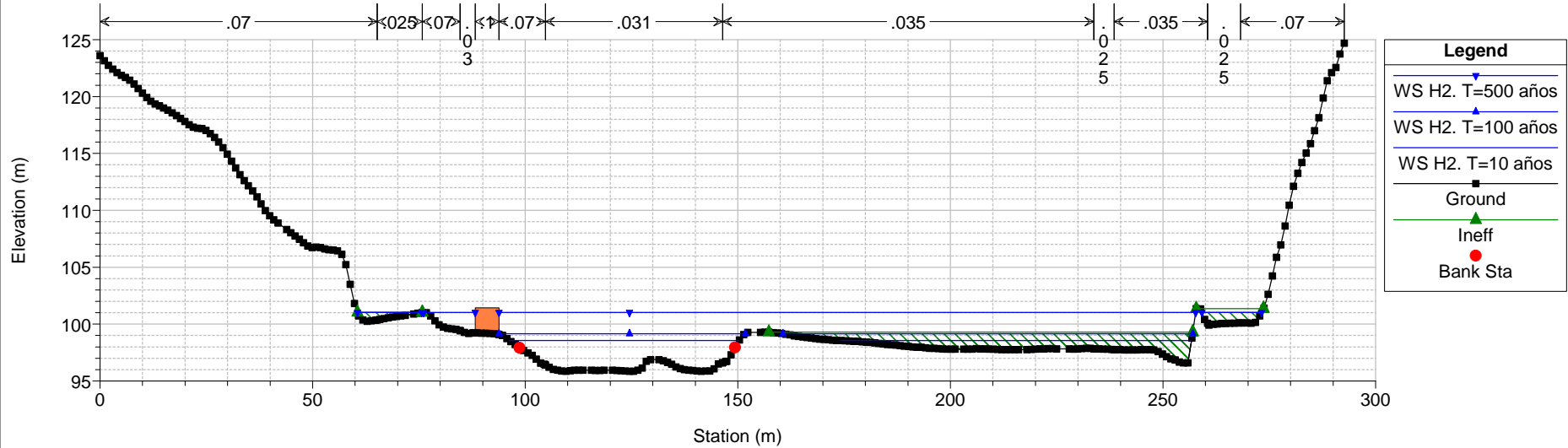
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 661.3708 Intermedio Saja tramo 2



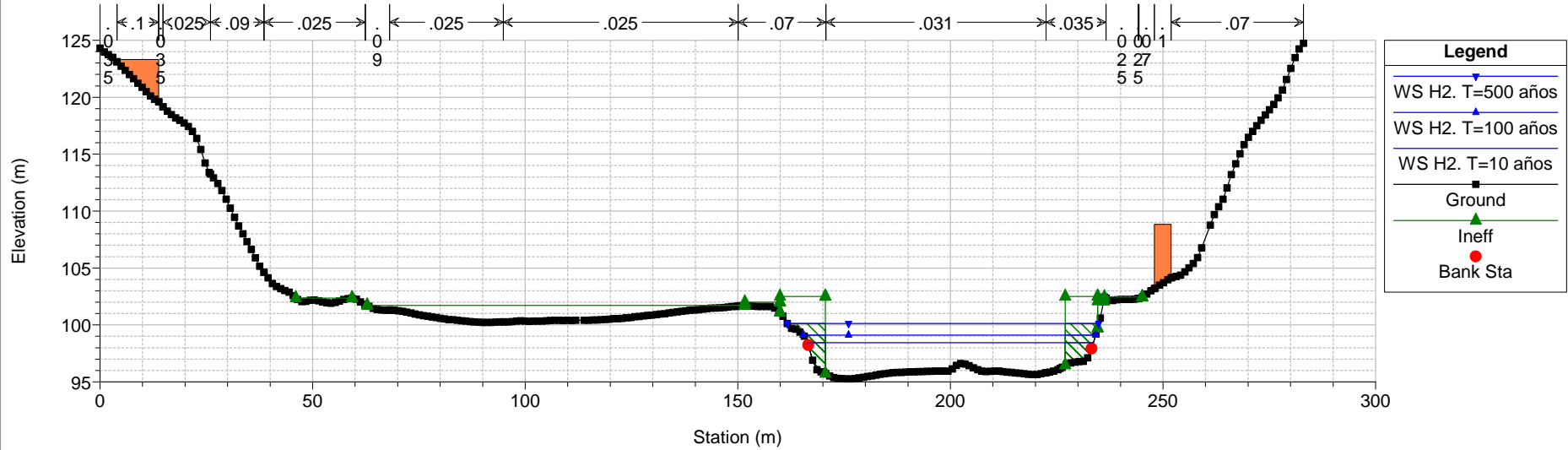
Estudio Inundacion Saja Cabezón Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 572.5843 Intermedio Saja tramo 2



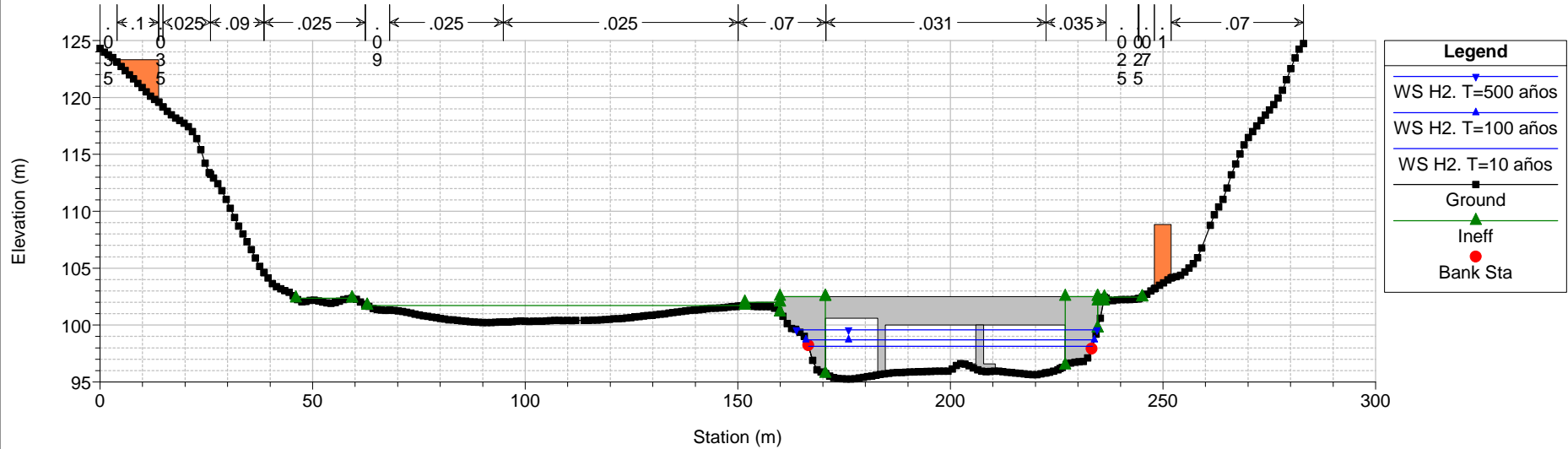
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 493.2343 Sección puente Virgen de la Peña. Aguas arriba.



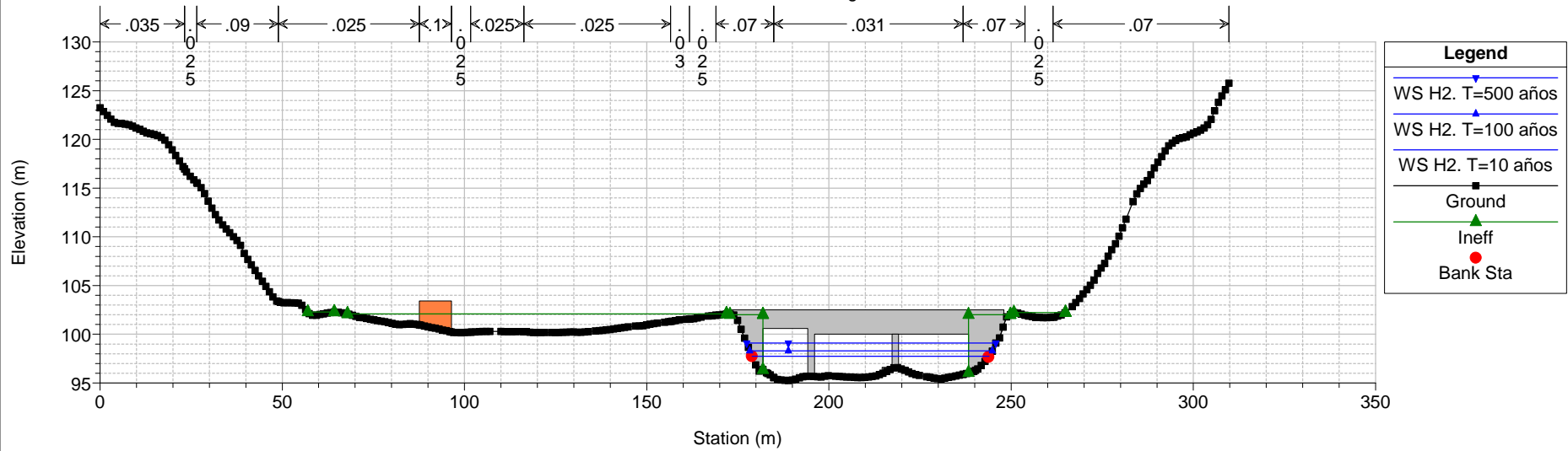
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 487 BR Puente Virgen de la Peña



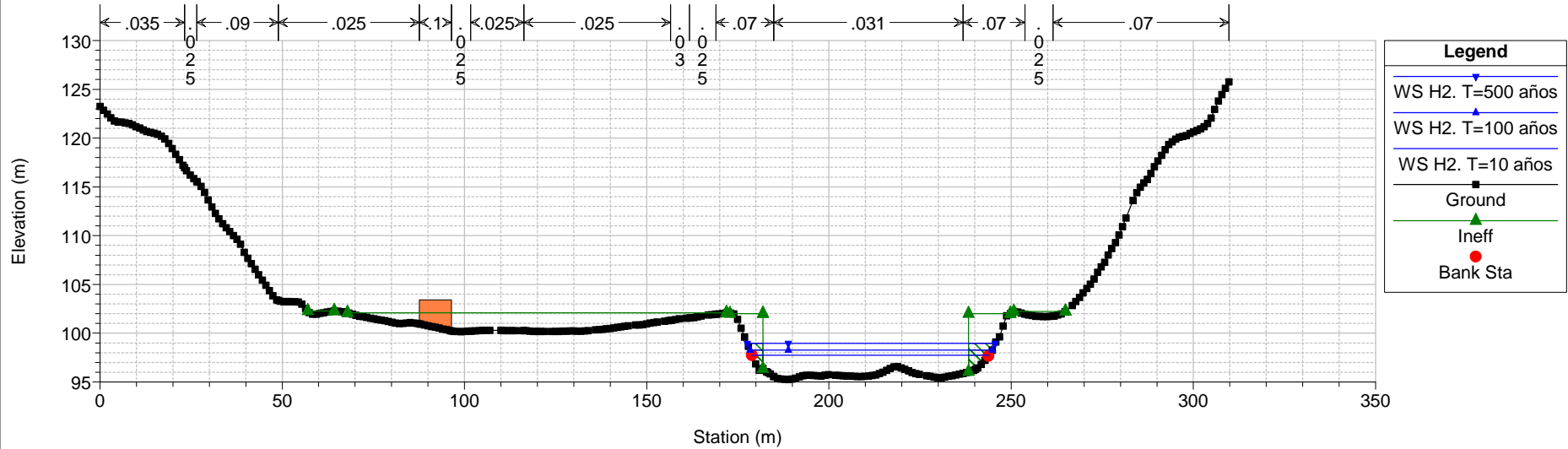
Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

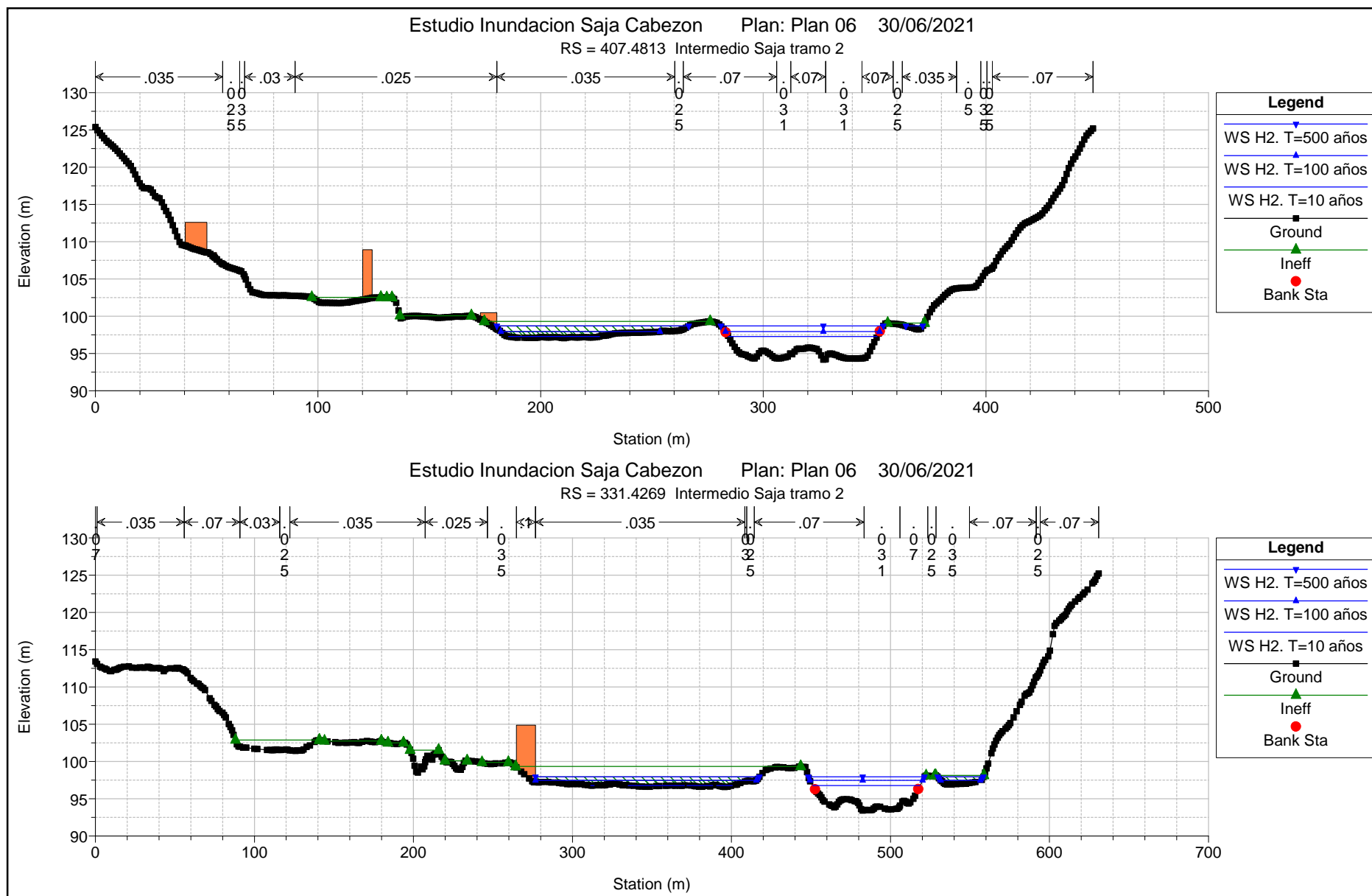
RS = 487 BR Puente Virgen de la Peña



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

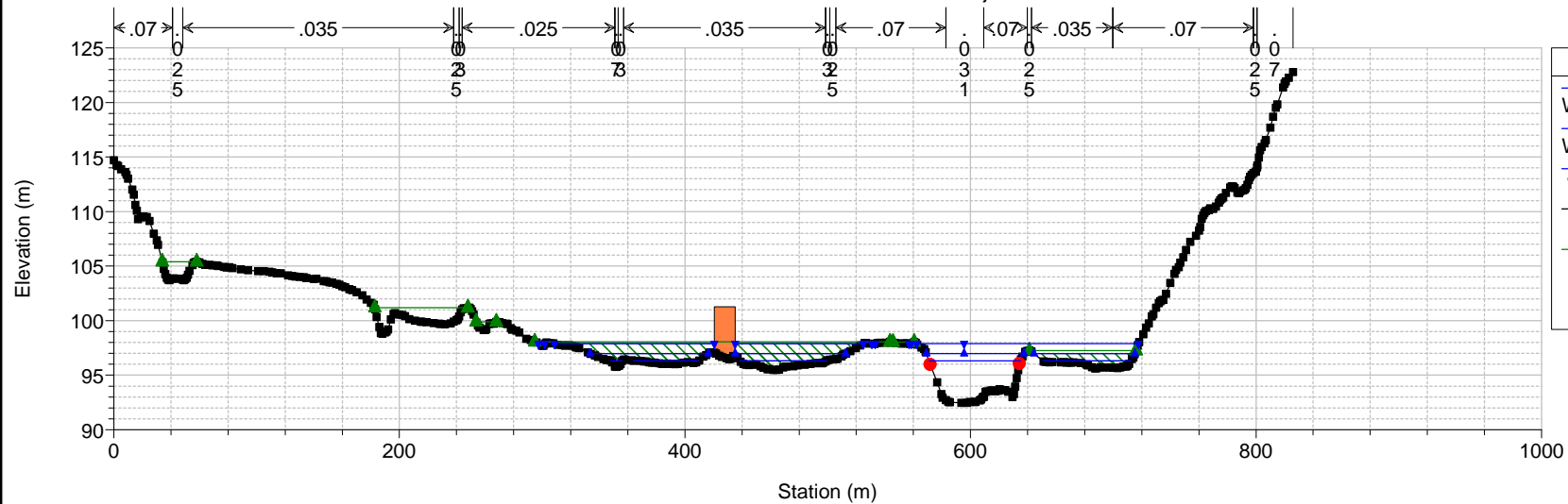
RS = 483.9603 Sección puente Virgen de la Peña. Aguas abajo.





Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 208.4697 Intermedio Saja tramo 2



Estudio Inundacion Saja Cabezon Plan: Plan 06 30/06/2021

RS = 97.21155 Sección aguas abajo Saja tramo 2

